

海域のヘルシープラン [海域の物質循環健全化計画]

策定の手引き (案)

平成 25年 3月
環 境 省

～はじめに～

海は、人の生存に欠かせない食料、資源、エネルギーなど様々な恵沢を与えてくれている。特に沿岸域は、陸域や外海から供給される栄養塩類によって多くの生物の生息場となっており、漁業等の産業が営まれる場である。

海の生物にとって重要な窒素、りん等（特に生物との関わりが物質循環にとって重要であることから、窒素やりんのうち「栄養塩類」に着目して議論を進めるため、以後「栄養塩類」と表現する。）の栄養塩類は、陸域・海域の物理的・化学的・生物的な作用を受けながら循環している。しかし、栄養塩類はその流入・流出や海域をめぐる社会経済活動、自然条件の変化による生物相の変化等によって循環バランスが損なわれると、赤潮や貧酸素水塊の発生等の様々な影響が現れ、海の生物の生息に支障が見られる海域も存在している。

我が国では高度経済成長期には海域への流入負荷の増大や沿岸域の埋立て等の開発により水質汚濁が社会問題となり、水質の環境基準が設けられた。その後、赤潮の発生に代表されるような内湾の富栄養化が深刻となり、全窒素や全りんの基準の追加や水質総量削減等の取り組みにより、水質の改善に一定の効果を挙げてきたが、未だ赤潮や貧酸素水塊の発生が収まらない海域もあるなど、陸域・海域を通じた栄養塩類の循環バランスが損なわれた海域が見られる。また、海域への栄養塩類の流入を削減することによる低次の生産の抑制や海域の開発による生物の生息・生育場の減少等もあいまって、高次の生物へ栄養塩類が循環せず、水産資源の減少を招いているとの指摘もある。

海域の栄養塩類の循環を適切に管理するための海域及び周辺地域（集水域）において実施すべき方策は、海域の地理的・地形的条件、海域の利用状況、周辺地域の経済・社会活動の状況等によって大きく異なる。

そのため、それぞれの海域ごとに海域・陸域一体となった効率的かつ効果的な栄養塩類が円滑に循環するための管理方策を明らかにすることが有効であり、これに基づき、行政、地域住民、NGO・NPO、漁業者、事業者、研究者等が連携して生物多様性に富んだ豊かで健全な海域の構築に向けた総合的な取り組みを実施する必要がある。これら取り組みを計画的に実施するためには、関係者の理解が得られた海域において、栄養塩類の円滑な循環を維持・達成するためのプランを策定し、これに基づき関係者が共同で対策に取り組む必要がある。

この海域の栄養塩類循環のバランスを健全な状態にすることを目的として、環境省では「海域の物質循環健全化計画（通称：海域のヘルシープラン）」の検討を進めてきた。海域のヘルシープランは陸域・海域を通じた総合的な物質循環に係る取り組みを進めることにより、海域内の生態系の低次から高次へ滞り無く物質を循環させ、水質の改善のみならず、生物多様性の向上や生息・生育場の保全も含めて、海域を将来に向けてより豊かに、より健全にしていこうためのものである。

本書は、「海域のヘルシープラン」を作成する際に参考となる「手引き」であり、対象とする海域は、主に、全国津々浦々の閉鎖性の強い「地域の海」を想定している。“ヘルシー”な海の実現には、多様な主体の協力が必要であり、行政、地域住民、NGO・NPO、漁業者、事業者、研究者等が“ヘルシーな海とは何か”という共通認識を持ち、それぞれの立場で行える

こと連携して進めることが重要であり、本手引きはその際に参考となるように作成したものである。なお、実際の「海域のヘルシープラン」の作成に際しては、地域の海を管理し利用している地方自治体やNGO、NPOが主体的な役割を果たすことを想定している。

手引きの内容は、栄養塩類の循環バランスの崩れが主な要因となって生じる様々な影響を改善するために、どのように検討を進め、対策を講じ、モニタリングを行っていけばよいか、その手順を示したものとなっている。

手引きの作成にあたっては、実際にモデル地域（気仙沼湾、播磨灘北東部、三河湾及び三津湾）において、平成22年度から3か年程度かけて、モデル地域ごとに海域のヘルシープランの作成を行い、作成に際し工夫した点、課題となった点等を取り入れた。

なお、播磨灘北東部及び三河湾については、平成25年3月にそれぞれの地域のヘルシープランが完成し、三津湾については、現地調査を行い問題点の抽出まで行ったところである。気仙沼湾については、現地調査を実施し、栄養塩類循環バランスの崩れに関する検討へ進み始めたところで東日本大震災が発生したことから、その後の検討は中断されている。

本手引きを活用し、地域の海を“ヘルシー”にしていくためのプラン（海域のヘルシープラン）を策定することで、多様な主体が一体となり“ヘルシー”な海を実現していく際の一助となれば幸いである。

なお、手引きの作成にあたっては、「海域の物質循環健全化計画統括検討委員会」の委員の皆様にご指導を頂いた。検討委員会の座長である松田治広島大学名誉教授をはじめとする各委員の皆様、モデル地域でご検討頂いた関係者の皆様から賜った多大なご指導とご協力に対して心より感謝申し上げます。

海域の物質循環健全化計画統括検討委員会

委員名簿

氏名	所属
松田 治（座長）	広島大学名誉教授
鈴木 輝明	名城大学大学院総合学術研究科特任教授
寺島 紘士	海洋政策研究財団常務理事
中田 喜三郎	名城大学大学院総合学術研究科特任教授
中田 英昭	長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科長
西村 修	東北大学大学院工学研究科教授
藤原 建紀	京都大学大学院農学研究科教授
山本 民次	広島大学大学院生物圏科学研究科教授

（委員については、五十音順・敬称略）

目次

I. 海域の“ヘルシー”な状態の考え方	1
1. 海の役割	1
2. 沿岸の海域の役割	3
3. 沿岸の海域への人為的関わりと海の物質循環	4
4. 沿岸の海域における“ヘルシー”な状態とは	6
5. “ヘルシー”な海域を目指すための合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性	8
6. 海域のヘルシープラン見直し（順応的管理）の必要性	9
II. 海域のヘルシープラン策定の要領	10
STEP1 現状把握	13
1-1 基本情報の把握	13
1-2 調査項目	16
1-3 調査期間	18
1-4 調査方法	18
1-5 取りまとめ方法	21
STEP2 問題点の抽出	29
STEP3 健全化に向けた課題の抽出	38
STEP4 基本方針の決定	40
STEP5 健全化に向けた方策	42
5-1 方策のリストアップ	42
5-2 方策の効果の評価	42
5-3 実現可能性の検討	44
5-4 健全化に向けた実施方策の決定	44
5-5 健全化に向けた方策を評価するための指標の設定	45
5-6 方策実施のロードマップの作成	53
STEP6 方策の実施状況や効果等を確認するためのモニタリング計画	57
6-1 モニタリング項目	57
6-2 モニタリング期間	57
6-3 モニタリング方法	58
6-4 モニタリング結果の評価	58
STEP7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）	60
参考1. モデル地域のヘルシープラン例	63
参考2. ヘルシープラン策定に係る関連情報	63
1. 物質循環の健全化に係る主な関係法令	63
2. 環境改善手法の概要	64
3. 海域のヘルシープラン策定から見直しまでのイメージ	102

I. 海域の“ヘルシー”な状態の考え方

1. 海の役割

1992年にリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議で採択された、21世紀に向けて持続可能な開発を実現するための具体的な行動計画「アジェンダ 21」の第17章は、「海洋、閉鎖性及び準閉鎖性海域を含むすべての海域及び沿岸域の保護及びこれらの生物資源の保護、合理的利用及び開発」であり、沿岸域を含むすべての海域とそこに生息する生物資源を保護し、合理的に利用、開発することが唱えられている。序17.1.には「海洋環境（外洋とすべての海域及び隣接する沿岸域を含む）は、地球の生命支持システムに不可欠な構成部分であり、持続可能な開発の機会を提供する積極的資源である。・・・」とあり、海の重要性を示している。

海は約40億年前に最初の生物が誕生した場であるとも言われており、その後現在に至るまで、様々な生物の生存を維持する源でもある。海の持つ規模、輸送力、生産力等が生命の維持に貢献していることは言うまでもなく、最近では、人が生存していくために必要な恵沢を自然界（生態系）が提供してくれるサービスを「生態系サービス」と称し、①供給サービス（食料、燃料等を人に与えてくれる）、②調整サービス（水質浄化や気候を調整してくれる）、③文化的サービス（レクリエーション、精神的充足を与えてくれる）、④基盤サービス（栄養循環、水循環など①～③を支えるサービス）などが提唱されている（Ecosystems and Human Well-being, 2005年、Millennium Ecosystem Assessment）。

このような海からの恩恵は海の存在そのものから得られているだけではなく、海の様々な機能によって維持されている。このことから、**海洋法に関する国際連合条約**（国連海洋法条約）では、海洋環境の汚染を、「人間による海洋環境（三角江を含む。）への物質又はエネルギーの直接的又は間接的な導入であって、生物資源及び海洋生物に対する害、人の健康に対する危険、海洋活動（漁獲及びその他の適法な海洋の利用を含む。）に対する障害、海水の水質を利用に適さなくすること並びに快適性の減殺のような有害な結果をもたらす又はもたらすおそれのあるもの」と定義し、海洋環境の保全と利用を各国に求めている。

また、国内においては、環境基本法（環境基本計画）や海洋基本法（海洋基本計画）が策定され、海の継続的な開発と利用について、以下のように位置づけがされており、海の役割を保つための様々な取組みが進められている。

【環境基本法から海の利用・保全に関する部分抜粋】

- ・ 現在及び将来の世代の人間が健全で恵み豊かな環境の恵沢を享受するとともに人類の存続の基盤である環境が将来にわたって維持されるように適切に行われなければならない。
- ・ 人の健康が保護され、及び生活環境が保全され、並びに自然環境が適正に保全されるよう、大気、水、土壌その他の環境の自然的構成要素が良好な状態に保持されること。
- ・ 生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること。

- ・人と自然との豊かな触れ合いが保たれること。

【海洋基本法から海の利用・保全に関する部分抜粋】

- ・海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和
- ・科学的知見の充実
- ・海洋産業の健全な発展
- ・海洋の総合的管理

【海洋基本計画から沿岸の海域の利用・保全等に関する部分抜粋】

- ・海洋資源の開発及び利用の推進
- ・海洋環境の保全
- ・海上輸送の確保
- ・海洋調査の推進
- ・海洋科学技術に関する研究開発の推進
- ・海洋産業の振興及び国際競争力の強化
- ・沿岸域の総合的管理
- ・離島の保全・管理
- ・海洋に関する国民の理解の増進と人材育成

2. 沿岸の海域の役割

海の中でも沿岸の海域は、陸地と外海、大気と海底に囲まれており、これらの4つの境界面を通し、栄養塩類をはじめとして、淡水、土砂、生物、その他の物質が循環している(図 I-1)。また、沿岸の海域(特に閉鎖性の高い海域)は外洋に比べて容積が小さいために、各境界からの変化の影響を敏感に受けて、時間的にまた空間的に大きな変化を示す。

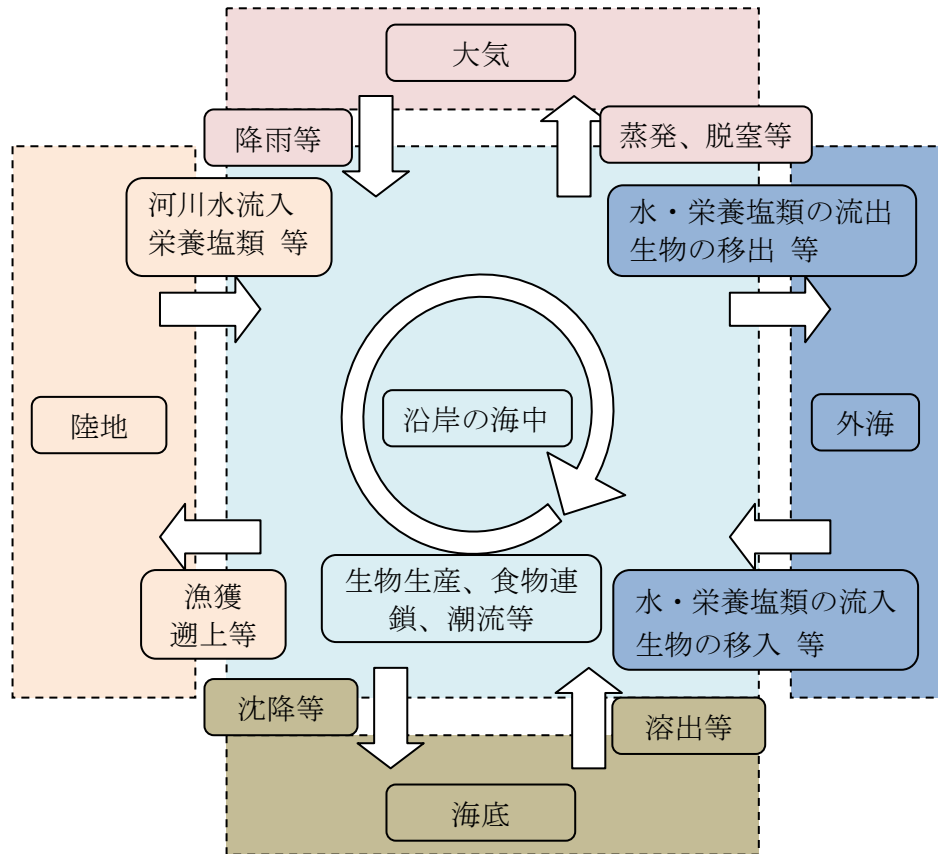


図 I-1 沿岸の海域とそれを取り囲む境界の領域

このような沿岸の海域の特徴の一つとして、陸域等から流入する栄養塩類の供給により、生物生産が極めて活発に行われていることが挙げられる。

図 I-2 は、沿岸の海域の栄養塩類、水及び生物等の循環のイメージを示したものである。陸域や外海から河川や潮流によって流入した栄養塩類は、一次生産者である植物プランクトンに取り込まれ、植物プランクトンは、上位の魚介類に捕食され、次第に栄養段階の高い方に循環していく。さらに漁業によって、魚介類を食料等とするため陸域に取り上げる(漁獲)ことにより、水中の栄養塩類は陸上へと循環し、下水道や畑地等を通じてまた海へと戻っていく。このように沿岸の海域での物質循環では、河川や潮流等の物理的な循環メカニズムに加えて、生物が循環の重要な担い手となっている。

また、沿岸域(臨海部含む)は豊富な水産資源の確保に利用されているだけでなく、港、空港等の運輸・交通の拠点、発電所・エネルギー備蓄基地等のエネルギー供給、農地・工業地帯・商業空間等の経済活動の場、レクリエーション活動の場等、様々な目的として高度な利用がなされており、人の生活にとって欠かせない重要な役割を担っている。

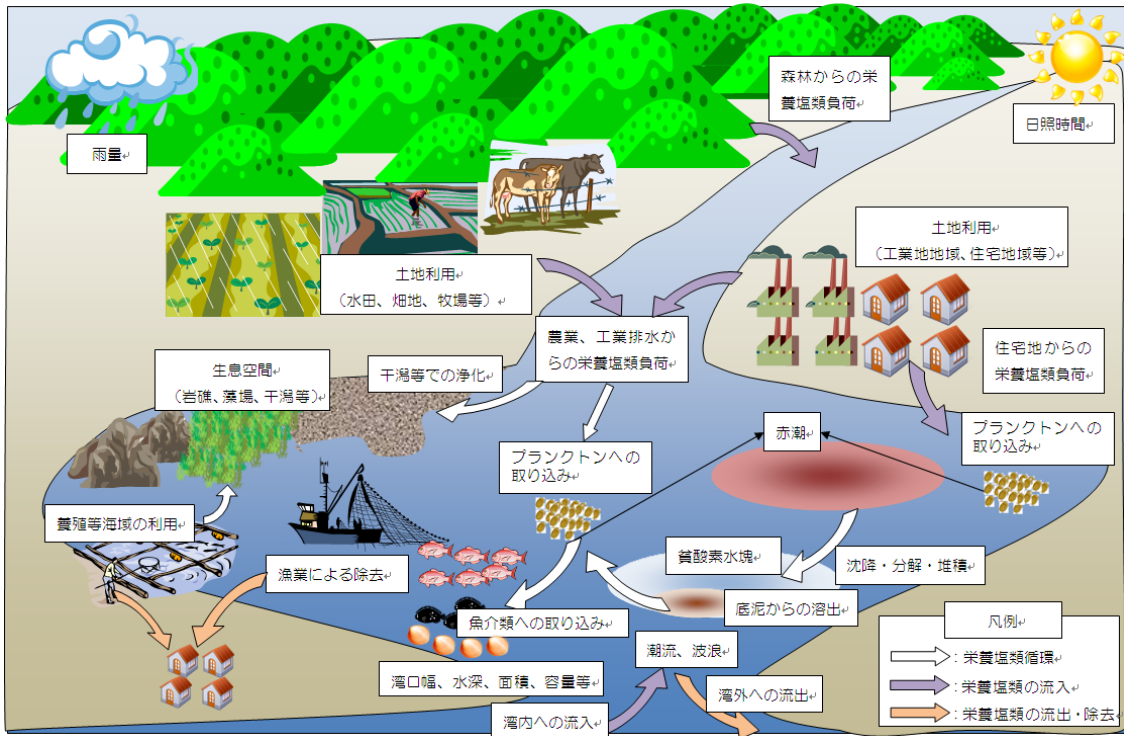


図 I-2 沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ

3. 沿岸の海域への人為的関わりと海の物質循環

沿岸の海域は人の生活環境に隣接しており、また河川を通じて流域圏を含む広い範囲から、様々な影響を受けている。沿岸の海域に対する人為的な関わりとしては、例えば、以下のようものが挙げられる。

【河川の上流域との関わり方の例】

- ・ ダムの整備、河道での砂利採取等による海域への土砂供給量の減少に伴う、海岸・干潟等の衰退
- ・ ダム、堰等の整備による淡水供給量の減少によるエスチュアリー循環流^{*}の弱まり
- ・ 植林等の森林保全等の取組みによる、栄養塩類や鉄分等の供給によるカキ等の餌となるプランクトンの増殖 等

^{*}淡水が海域の上層を沖へ向かって流れ、下層の海水が河口に向かって流れ、湾奥で上層に取り込まれるような鉛直循環流のこと

【河川の中・下流域との関わり方の例】

- ・ 人口の集積等による生活排水、工業排水等の流入による水質・底質の悪化
- ・ 道路等のノンポイント汚染源からの排水の流入による水質・底質の悪化
- ・ 農業、畜産からの栄養塩類等の流入による富栄養化
- ・ 陸域での諸活動によるゴミの流入による海岸、海底環境の悪化
- ・ 多自然川づくり等による、川・海の連環 等

【臨海部・沿岸部との関わり方の例】

- ・ 工業排水等の流入による水質・底質の悪化
- ・ 複雑な埋立地形による流れの滞留部の発生による水質・底質の悪化

- ・船舶のバラスト水による生物相の変化
- ・魚つき林の整備による魚類の蝟集
- ・湧水保全による海域の水質悪化の低減 等

【海域との関わりの例】

- ・埋立てによる干潟、藻場、サンゴ礁等の消失
- ・航路浚渫や土砂採取等による深掘部での貧酸素水塊の発生
- ・漁業による過剰な漁獲
- ・生物共生護岸、干潟・浅場創出等による新たな生息・生育場の創造、水質浄化
- ・MPA（海洋保護区）の設置による生物保全 等

～人為的関わりの伝播について～

このような人為的な関わりを受けている沿岸の海域について、海の中に着目した物質循環のイメージを図 I-3 に示す。海の中での物質循環には複雑な経路があり、どこかの経路が多少損なわれても、他の経路を通じて物質が循環することができる耐久力のある構造となっている。

しかし、この耐久力を上回るようなインパクトを人為的に与えた場合、その影響は、伝播しながら様々な部分に更なる影響を与えてしまい、沿岸の海域全体¹の物質循環のバランスが損なわれてしまう可能性が大きい。

例えば、物質が滞りなく循環していた豊かな海に、人為的な影響により流入負荷が過剰に増大した場合、水中の栄養塩類の量が過剰となり、それを利用する特定の植物プランクトンが異常繁殖することにより赤潮が発生する。枯死した大量の植物プランクトンはやがて海底に沈み、これを分解するバクテリア等によって底層の酸素が消費されることにより貧酸素水塊が発生し、海底付近に生息する生物が死滅するなど、物質循環を構成する様々な要素に影響が生じる場合もある。

栄養塩類が不足する場合も同様で、ある一つの事象により、藻類の色落ち等の成長不良、（貧栄養が原因の一つと考えられている）磯焼けの発生、植物プランクトンの減少等から、これを捕食する高次の生物の減少や漁獲量の減少につながるような障害が発生する場合もある。

こうした負の伝播を断つために、栄養塩類の過剰な流入の防止に係る取組みや干潟の造成など生物の生息場の保全対策、山地の森林の保全や植林による海に対する栄養塩類の管理等、バランスの崩れを治すような種々の取組みも既に行われているところであるが、現在においても、特に沿岸域で発生しており、「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年）においても「沿岸域における環境負荷の削減は進みましたが、栄養塩のバランスが損なわれ、赤潮や貧酸素水塊が発生している海域もあります。このほか、近年ではクラゲ類が大量発生し、漁業や海洋生態系に影響を与えることが大きな問題となっています。」との記載があるなど問題視されている。

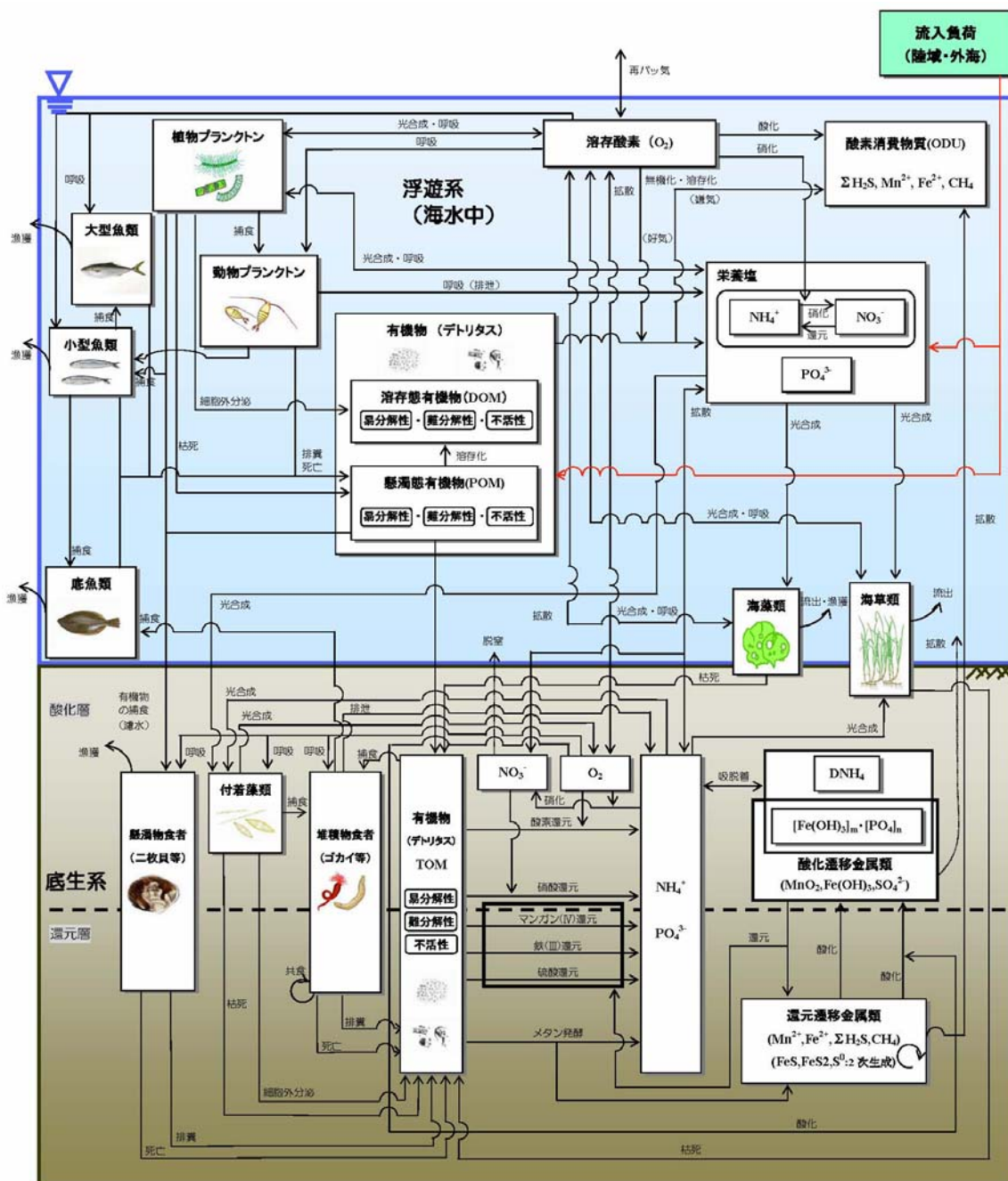


図 I-3 海中の栄養塩類循環のイメージ

4. 沿岸の海域における“ヘルシー”な状態とは

先に述べたとおり、沿岸の海域では陸域・外海から流入した栄養を一次生産者である植物プランクトンが利用し、それ捕食する高次の生物まで様々な食物網がある。我々はこの生物の食物網の中から一部を食料として利用しており、今後も海の**生物の営み**を持続的に利用していくためには、海の仕組みを理解し保全していく必要がある。

海の中の物質循環のフローは図 I-3 に示したとおりであるが、栄養塩類という物質と、それを体内に取り込み運ぶ生物とが相互に機能することより、物質の循環が行われている。つまり、栄養塩類という物質が植物プランクトンという生物に取り込まれ、より上位の生物に滞りなく循環している状態が「健全な物質循環の状態」と言える。

この栄養塩類が過剰であったり不足したりする場合や、栄養塩類の質が変化した場合は、

植物プランクトンの増殖量が変化し、上位の生物への物質の循環量やバランスが崩れたり、滞りが生じてしまうことになる。このような状態は物質循環が健全な状態であるとは言えない。

また、円滑に物質が循環するためには、物質の運搬者である生物が持続的・安定的に生息し続けることが重要であり、そのためには、生息に必要な量・質の栄養と生物の産卵場や成長の場、採餌の場といった環境の保全と、円滑な物質移動の確保が重要となってくる。

つまり、沿岸の海域における“ヘルシー”な状態とは「**再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること**」と言える。

コラム

沿岸の海域の“ヘルシー”な状態については、これまでに、多様な主体によっても研究が行われている。

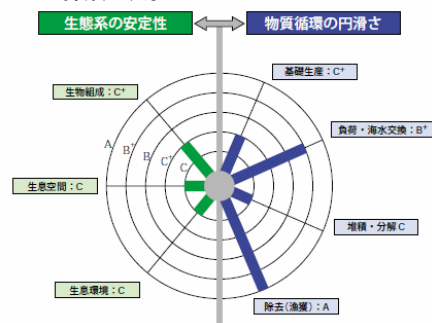
その一例を示すと、海洋政策研究財団では、「海の健康診断」という海洋の様々な営みを簡便な手法で継続的に監視することが可能なモニタリング手法を研究している。

「海の健康診断」では、“海灣の健康な状態”つまり“ヘルシー”な状態とは「物質循環が円滑で、生態系の安定性が大きいこと」と定義され、海の健康を診断するため、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」についての検査の視点・項目が提案されている。

この方法によれば、**既存資料から**比較的簡易に、海の“ヘルシー”な状態を診断することができる。

検査の視点		検査項目
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化
		海岸生物の出現状況
	生息空間	干潟・藻場面積の変化
		人工海岸の割合
	生息環境	有害物質の測定値 貧酸素水の確認頻度
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化 赤潮の発生頻度
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス 潮位振幅の変化
		堆積・分解
	除去（漁獲）	底生魚介類の漁獲量

検査結果を A (良好) ~ C (要精密検査) に分類し表現



出典：「海の健康診断」～考え方と方法」（海洋政策研究財団、2006）

図 「海の健康診断」の調査フロー

5. “ヘルシー”な海域を目指すための合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性

「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること」がヘルシーな海域であると言えるが、ヘルシーな海域にしていくアプローチ方法は様々である。例えば、栄養塩類が過剰にある場合には、流入負荷量を減らして、海域の生物量に見合った循環バランスに改善する方法も考えられるし、海域での栄養塩類の消費量（生物量）を増やして循環バランスを改善する方法も考えられる。栄養塩類を消費する生物量を増やし、循環バランスを改善する方法としては、藻場を増やして海藻草類に栄養塩類を消費させる方法や、二枚貝類を増やし、植物プランクトンを摂食させることにより栄養塩類を消費させる方法など、様々な方法がある。

このような改善方策を実施するためには、地域の海に関係する多様な主体の連携が必要であり、循環バランスの改善方策についての合意形成が重要となってくる。

改善方法や改善目標について、関係者それぞれの立場によって考え方は異なると想定されるため、すべての意見を集約し、関係者すべてが合意された方法によって“ヘルシー”な海を作り上げていくことが望ましい。また、目標や手法を決定するためには、地域の海を取り巻く状況を知っておくことが必須であり、自然的・社会的な調査を行い、“ヘルシーな状態”が損なわれた原因、もしくは現時点の“ヘルシーな状態”はどの程度なのかを把握した上で、どのように“ヘルシー”な海を目指していくのか、具体的に取りまとめる必要がある。

そのための参考として本手引きを活用し、地域の海を“ヘルシー”にしていくためのプラン（海域のヘルシープラン）を策定することで、地域の合意形成を図るとともに、同プランに基づき多様な主体が一体となり“ヘルシー”な海を実現していく際の一助となれば幸いである。

なお、「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年）においては、沿岸域の「望ましい地域のイメージ」として、栄養塩類の循環バランスの改善について以下の記述がある。

「内湾などの閉鎖性海域においては、栄養塩バランスが適切に確保され、ヘドロのたい積や貧酸素水塊の発生、漂流・漂着ごみなど沿岸環境の悪化の問題が改善され、上流の森林は漁業者をはじめ関係者の協力を得て適切に維持され、豊かな漁場が保全されている。豊かな生命を育む沿岸域は、多様で豊富な魚介類を持続的に供給するとともに、北の海ではアザラシが、南の海ではジュゴンが泳ぐ姿が見られるなど、人間と自然の共生のもとに健全な生態系を保っている。」

また、我が国全体での沿岸域の管理については、「海洋基本法」に基づき計画が定められている。海洋基本法では、海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、政府が海洋に関する基本的な計画を定めるものとして「海洋基本計画」を策定することとされており、海洋基本計画をもとに沿岸域に生じている様々な課題に対して、沿岸域の総合的な管理が始まっている。

海洋基本計画では沿岸域の総合的な管理に向け、以下のような取組みを行い、「地域の実情を踏まえた沿岸域管理のあり方の明確化、施策の推進」を目指している。

- 陸域と海域を総合的・一体的に管理
 - ※総合的な土砂管理の取組みの推進
 - ※栄養塩類及び汚濁負荷の適正管理と循環の回復・促進
 - ※陸域・海域一体となったゴミ投棄抑制の取組み
 - ※自然に優しく利用しやすい海岸づくり 等
- 海面利用のルールづくりの推進等適正な利用関係の構築
- 地方公共団体を主体とする関係機関の情報共有・連携体制づくり

6. 海域のヘルシープラン見直し（順応的管理）の必要性

地域において、目指すべき”ヘルシー”な海域への改善方法について合意形成が進み、“ヘルシー”な海域づくりに向けた各種の方策を講じたにも関わらず、想定した通りの効果が現れないことも考えられる。場合によっては、方策を講じたことにより、副次的な影響が生じる可能性も否定できない。さらに、方策が講じられ、想定した通りの方策の効果が表れ、“ヘルシー”な海域が作り上げられているような場合においても、時代の変化や人々の要望等の変化により、当初目指した”ヘルシー”な海域が、必ずしも適切であり続けるとは限らない。

そのため、策定した“海域のヘルシープラン”は、方策の実施と並行してモニタリングを行い海域の状況を把握し、さらに社会的ニーズ等をふまえ、状況に応じて各種の方策を見直すような“順応的管理”のもとにプランを実行する必要がある。

以降の章に、実際に“海域のヘルシープラン”を策定し、方策を実行し、見直しを行うまでの具体的な手法について、実際に一連の検討を行ったモデル地域での具体的な例も合わせて説明する。

II. 海域のヘルシープラン策定の要領

海域のヘルシープランの策定から方策実施までの全体のフロー（PDCA サイクル）を図 II-1 に示す。初めに海域のヘルシープランを策定し、このプランに基づき方策を実行し、方策を実施した後もモニタリングを行い、順応的管理によってプランの見直しを行っていくことが基本となる。

また、海域は多様な主体によって利用されていることから、海域に関わる多様な主体から意見を聞き、協力しながら進めることが重要である。そのためには、地域の海について知見を有する者で連絡会や協議会のような組織を立ち上げることが望ましい。組織のメンバーは、ヘルシープランの検討の段階に応じて適宜決定していけば良い。

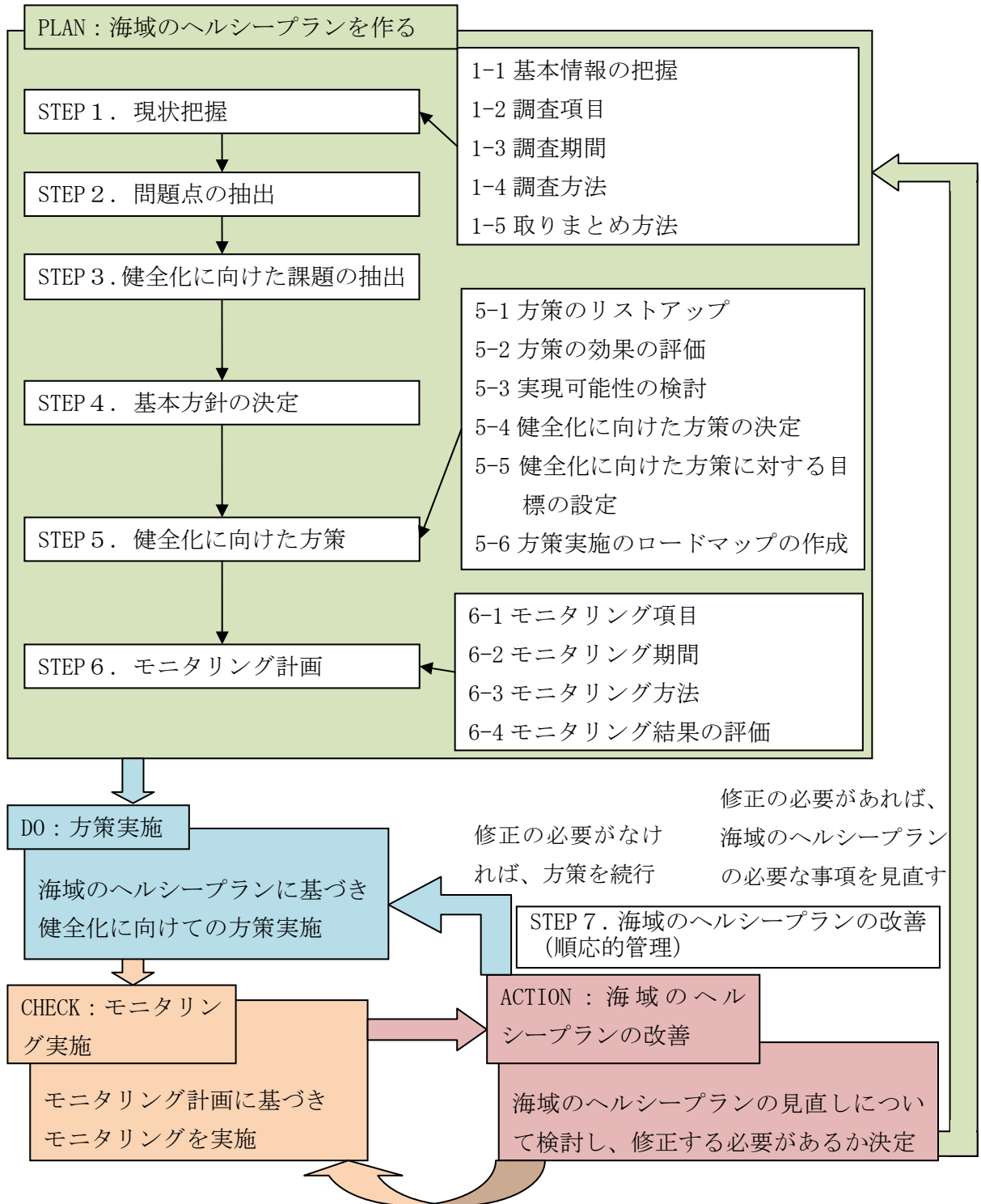
例えば、図 II-1 の STEP 1 の段階では、自治体の環境部局が中心となって現状を把握し、おおまかな現状が把握できたところで、地域の海を良く知っている漁業者や NPO、関係機関等にメンバーとして加ってもらい、地域の海で生じている問題点や課題等の情報提供を受けることも考えられる。さらに、詳細な学術的な知見が必要となり現地調査やシミュレーション等を実施する場合には、研究機関や大学等の有識者にも加ってもらい、科学的な知見に基づきヘルシープランの作成や方策の検討を行うべきである。また、方策の実施に当っては、管理者（港湾管理者、河川管理者等）等の協力が不可欠であることから、方策の検討の際にはメンバーとして加ってもらい必要がある。

なお、図 II-1 には方策実施までのフローを示したが、このフローに基づいた海域のヘルシープランの策定からプランの見直しまでのイメージを巻末の「3. 海域のヘルシープラン策定から見直しまでのイメージ」に参考として示した。

本手引きの作成にあたり、実際に「海域のヘルシープラン」を作成するために気仙沼湾（宮城県）、播磨灘北東部（兵庫県）、三河湾（愛知県）、三津湾（広島県）の4海域をモデル地域として検討を行った。

なお、播磨灘北東部及び三河湾については、平成 25 年 3 月にそれぞれの地域のヘルシープランが完成し、三津湾については、現地調査を行い問題点の抽出まで行ったところである。気仙沼湾については、現地調査を実施し、栄養塩類循環バランスの崩れに関する検討まで行われた。

本手引きでは、STEP ごとに上記のモデル地域での検討結果の例をケーススタディとして適宜示していくので、参考とされたい。



健全化に向けての方策の決定で検討した目標にモニタリング結果が近づいていればであれば、モニタリングを継続

図 II-1 「海域のヘルシープラン」全体のフロー

なお、策定するヘルシープランの標準的な構成は以下に示したとおりであり、各章に対応した検討方法について、次ページ以降で解説を行う。

海域のヘルシープランの標準的な記載内容

第1章. 地域の海の現状 (STEP1 P13～ を参考)

→既存資料調査、現地調査、ヒアリング等を通じて得た、地域の海の状況についての整理結果を示す。

第2章. 地域が抱える課題 (STEP2～3 P29～ を参考)

→地域の状況の整理等から、地域が抱える課題について示す。

第3章. 健全化に向けた基本方針 (STEP4 P40～ を参考)

→健全化を行う方向性について、多様な主体が共通認識を持つことが必要であり、地域の海をどのように健全化していくのか、基本方針を示す。

第4章. 健全化に向けた方策 (STEP5 P42～ を参考)

→具体的にいつ、誰が、何を行うのかを示す。

第5章. モニタリング計画 (STEP6～7 P57～ を参考)

→方策実施後のモニタリングの計画について、具体的な項目、期間、方法等について示すとともに、方策の実施の効果が現れているか評価するため、モニタリング結果の評価方法についても示す。

また、評価の結果によっては、基本方針や方策の見直しが必要となる。方策の効果に応じた改善方法（順応的管理）についても示す。

資料編

→必要に応じて、調査データ等の資料編を作成する。

※海域のヘルシープランは専門家のみでなく、多様な主体の参加が望まれることから、専門的な用語については、解説を付す等の配慮を行うことが望ましい。

STEP1 現状把握

1-1 基本情報の把握

1-1

基本情報の把握

1-2

調査項目

1-3

調査期間

1-4

調査方法

1-5

取りまとめ方法

物質循環の健全化を目指すためには、まず、対象となる海域の基本情報を把握しておくことが重要である。

効率的に現状を把握するためには、対象となる海域で生じている不具合について、おおよその原因（問題点）を推測し、その問題点に関連する情報から収集整理する。

【解説】

①基本情報の把握

我が国は南北に長く、沿岸域の地形も様々である。また、沿岸域は陸域からは河川等の流入や、海域（外洋）からは黒潮、親潮等の海流の貫入等様々な影響を受けている。

そのため、物質循環の検討を行う海域について、どのような特徴を有する海域であるか、基本的な情報を把握しておくことが第一歩となる。

同程度の規模の湾でも、直接外海域に面し黒潮や親潮のような外海の影響を受けやすい湾と、瀬戸内海のように幾つもの湾が隣あい、互いに影響を受けている湾とでは物質循環の健全化に向けた方策も異なり、また、背後の土地利用状況等によっても取りうる方策が異なることから、各湾の基本情報をまず把握することが重要である。

各湾の基本的な情報は、下記のような資料に整理されており、基本情報を把握する上で参考となる。

- ・「日本全国沿岸海洋誌」（日本海洋学会編、東海大学出版会、1985）
- ・「続・日本全国沿岸海洋誌〈総説編・増補編〉」
(日本海洋学会編、東海大学出版会、1990)
- ・「平成20年度 全国閉鎖性海湾の海健康診断[®]調査報告書
全国71閉鎖性海湾の海健康診断[®]一時診断カルテ」（海洋政策研究財団、2009）
URL：http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200903_ISBN978-4-88404-221-9.pdf
- ・「日本の閉鎖性海域（88海域）環境ガイドブック」
(（財）国際エメックスセンター、2001）
URL：<http://www.emecs.or.jp/japanese/encsea.html>

②不具合の原因（問題点）の推定、作業の方向性の検討

検討対象とする海域の基本的な特徴を把握したところで、海域で生じている不具合について調査・検討する事項の方向性をおおまかに決定する。海域での不具合は見当たらないが、地域の海の物質循環の現況を把握したい場合には、次項以降を参考に作業を行う。

本手引きでは不具合、問題点、課題という用語を使用しているが、表 II-1 のように定義している。ただし、図 II-2 に示したように不具合の整理の段階で問題点の抽出も行えることもあるため、不具合と問題点の境界は必ずしも明確でない場合もある。なお、参考として、我が国で生じている閉鎖性海域の物質循環に係るおおまかな不具合について、検討を進める際の手がかりとして表 II-2 に例を示す。

表 II-1 不具合、問題点、課題の例

分類	説明	例
不具合	生じている被害（実感しているもの）	漁獲量の減少 赤潮による魚類の斃死、景観阻害、悪臭 青潮による魚類の斃死、景観阻害 アオサの大発生による悪臭 等
問題点	不具合の原因、もしくは、不具合は生じていないものの、地域が望まない方向に海の状況が変化しつつある事象	赤潮の発生 青潮の発生 透明度の低下 等
課題	問題点を改善するために必要な事象（改善方策を実施すべき事項につながるもの）	（赤潮の発生原因となっている） 過剰な流入負荷、有機物蓄積 等 （青潮の発生原因となっている） 過剰な流入負荷、有機物蓄積、深掘存在 等

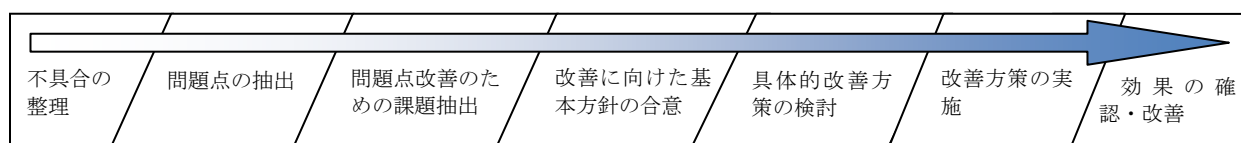
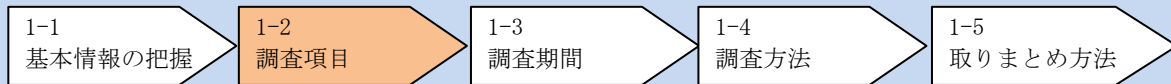


図 II-2 作業の進め方のイメージ

表 II-2 問題点や不具合の検討を始める事項

1. 貧酸素水塊・青潮の発生（問題点）	
想定される課題	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・海底に有機物が堆積し、有機物の分解に酸素が使われている ・深掘跡等の存在により、貧酸素化しやすい場所がある ・海水が滞留し、上下層の混合が弱まり、下層に酸素が届きにくい 	<p>貧酸素水塊が発生し始めた時期、場所、頻度、規模などを中心に検討を進める</p> <p>底質変化の時期、有機物の堆積量、有機物が堆積しやすい場所、酸素消費物質（硫化水素等）、などを中心に検討を進める</p>
2. 赤潮の発生（問題点）	
想定される課題	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・陸域から過剰な栄養塩類が流入している 	<p>陸域（河川、事業場等）から流入する栄養塩類の濃度の変遷、海域の栄養塩類の濃度の変遷などを中心に検討を進める</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・底質から栄養塩類が過剰に溶出している ・赤潮プランクトンを摂食する生物が減少 ・栄養塩類を吸収する植物の減少 	<p>底質変化の時期、有機物の堆積量、有機物が堆積しやすい場所などを中心に検討を進める</p>
3. 魚類等の動物の減少（不具合）	
想定される課題	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・特に底魚・貝類が減少している場合は、底層が貧酸素化している可能性が高い ・過剰な漁獲による減少 ・産卵、成長、生息場の減少 ・底質の悪化 ・餌生物の減少 	<p>貧酸素水塊が発生し始めた時期、場所、頻度、規模及び底質の変化などを中心に検討を進める</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・特に浮魚が減少している場合は、栄養塩類が低次の生物から高次の生物へ循環していない（食物連鎖が細くなっている）可能性がある 	<p>生物組成（特に、上位の生物を支える、植物プランクトン、動物プランクトン）の変化を中心に検討を進める</p>
4. 海藻草類等の植物の減少（不具合）	
想定される課題	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・陸域・外海からの栄養塩類の供給が少なくなっている 	<p>陸域（河川、事業場等）や外海から流入する栄養塩類の濃度の変遷、海域の栄養塩類の濃度の変遷などを中心に検討を進める</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・底質悪化が改善し、底質からの栄養塩類の溶出が少なくなっている 	<p>底質変化の時期、有機物の堆積量、堆積している場所などを中心に検討を進める</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・生育基盤の減少 ・移入する種子の減少 ・透明度の低下 	<p>埋立て等による生育基盤の変遷、構造物の設置等による流況の変化時期・場所などを中心に検討を進める</p>

1-2 調査項目



1-1 では、海域の基本的な情報を把握したところであるが、続いて、栄養塩類の物質循環に係る各種情報の調査を行う。

栄養塩類は河川等を通じて陸域から海域に流入し、海域での物理化学的な作用や生物と関係しながら、様々な影響を受けて循環している。そのため、調査を行う項目は海域のみならず陸域を含めて収集する必要がある。

調査項目は、海域の自然的な情報に加えて、利用に係る社会的な情報についても収集する必要がある。

【解説】

栄養塩類の循環の状況は、対象とする海域の形状や、外力、生物等によって変わってくる。栄養塩類は、陸域のみならず外海からも流入するため、流入する栄養塩類の発生源及び負荷量を把握することは栄養塩類の循環の状況を検討するうえで基本となる。

流入する栄養塩類の量や質は様々な事象（自然的、社会的）が複雑に関連しており、栄養塩類の循環の現状を把握するためには、循環に係る自然的・社会的状況を把握しておく必要がある。

また、流入した栄養塩類がどのように海域外に流出（取り出し）するのかを把握することにより、海域への栄養塩類の流入・流出の収支を検討する材料となる。特に沿岸域は多種多様な主体により、事業場や漁業等に高度に利用されており、海域の栄養塩類の流入・流出に係る状況を把握する上で、利用状況の変遷を調査することは重要である。

図 II-3 に「沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ」を再掲したが、この図を参考として、沿岸の海域への栄養塩類の「流入」－「海中での循環」－「流出・取り上げ」に係る表 II-3 に示した項目について情報を収集する。このような、栄養塩類の循環に係る全ての項目を収集整理することは、労力を要するため、不具合や問題点が分かっている場合には、これらに関連する事象を中心として資料を収集する。

海域での不具合は見当たらないが、地域の海の栄養塩類の循環の現況を把握したい場合には、表 II-3 に示した項目全般について情報を収集する必要がある。

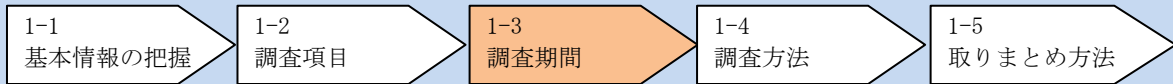


図 II-3 沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ (図 I-2 の再掲)

表 II-3 調査項目の例

流入に係る項目	湾内での循環に係る項目	流出・取り上げに係る項目
湾内に流入する水質 (生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P 等)	湾内の水質・底質 (生物の生産・生息環境に係る物質を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P、クロロフィル a、フェオフィチン、DO、硫化物等)	湾外へ流出する水質 (生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P 等)
河川からの流入量・水質・地点	生物の生息空間の状況 (藻場、干潟、サンゴ礁等の分布状況)	漁獲量・種 (魚介類、海藻草類等)
工場、事業場等からの流入量・水質・地点	動植物の生息状況	
湾外からの流入量・水質	赤潮の発生状況	
	貧酸素の発生状況	
	流況	
	養殖場の分布・利用状況	
他に収集する自然的な状況や社会的な状況については、表 II-4 を参照		

1-3 調査期間



最新の知見を収集することが基本となるが、栄養塩類の循環の状況の把握においては、これまでの変遷を把握することが重要である。

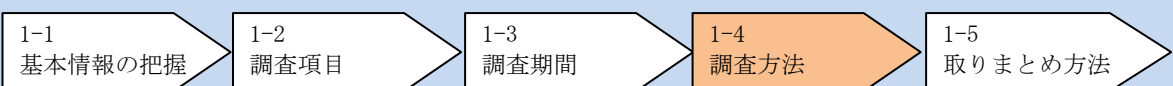
【解説】

海域で発生する問題点や不具合は、自然的・社会的状況の変化の積み重ねが原因の一つとなって生じる。そのため、**地域の海**において、これまでどのような変化が生じてきたのか、その変遷を把握することは、栄養塩類の循環の変化の原因を検討する手がかりとなる。

海域の状況が変化し始めた時期は、最新の知見（地域の環境白書、公共用水域水質測定結果、論文等）を収集し推定する。地域の環境白書には、環境上の問題や講じた施策、環境の変化に係る人為的改変等が年表形式で巻末に記されている場合もあり、過去からの変遷を調べる際にも参考となる。なお、1950年代以降の高度経済成長期にかけては、海域の埋立て等の開発も進んでおり、海域の変化の状況を把握するためには、開発が進む以前の状況から把握する必要があり、過去数年程度の調査期間では、変化の時期を見誤る可能性があることに留意する必要がある。

海域の状況が変化し始めた時期が推定できた段階で、変化が起こる以前から（基本的には過去のデータが存在する時点から）現在までの既存資料を収集し、対象海域で生じた、自然的・社会的変遷を把握する。

1-4 調査方法



調査方法は、既存資料から情報の収集を行うことを基本とする。また、必要に応じて、関係機関や地域の有識者等にヒアリングを行うことが望ましい。**ヒアリングを行っても、なお必要な情報が得られない場合には、現地調査により確認する。**

【解説】

物質循環の状況を把握するためには、自然的・社会的に多岐にわたる情報収集が必要であるが、実際に現地調査を行うには時間も費用も要する。

そのため、既存資料により情報収集を行い、情報が収集できない項目等が出てきた段階で、関係機関や地域の海の情報を有している有識者等からヒアリングにより情報を収集すると効率的である。情報を収集する際には、地域の海に生じたトピック的な事項を押さえた調査が重要である。例えば、ダム建設、下水道整備等陸域からの栄養塩類の流入変化に関連する情報や、埋立て等による生息場の変化や漁業形態の変化などは調査を行っておく必要がある。

物質循環状況の検討に必要な資料は、様々な機関から公表されており、表 II-4 に主な調査項目とデータの公表元を参考として示す。

また、既存資料調査やヒアリングを行っても、必要な情報が得られない場合には、現地調査により確認する。

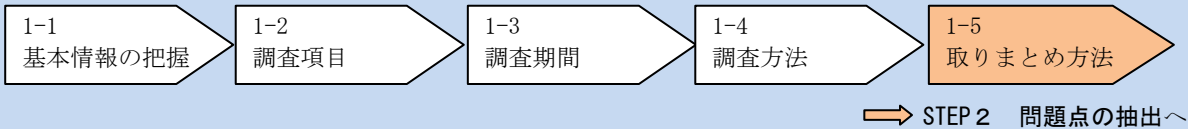
表 II-4(1) 主な調査項目とデータの公表元

項目		詳細項目	データの公表元
流動・物質循環に共通の情報			
地形	基本的な情報	水深・海岸線	海図（海上保安庁） 深淺調査（港湾部局等） JODC 統合水深データセット（日本海洋データセンター）： http://www.jodc.go.jp/index_j.html ） 等
流動場を把握するための情報			
淡水流入量	河川	流量	河川整備基本方針、河川整備計画、流量年表、水文水質データベース（国土交通省： http://www1.river.go.jp/ ） 等
	工場、事業場、下水処理場からの流入、海水の取排水		発生負荷量等算定調査（環境省）、 下水道統計年報（下水道部局）、環境部局資料 等
流況、水温・塩分、潮位	流況	流向、流速、潮流調和定数	港湾部局資料、海上保安庁資料 等
	水温、塩分	水温、塩分（塩化物イオン）	広域総合水質調査（環境省： http://www2.env.go.jp/water/mizu-site/mizu/kouiki/kouiki_top.asp ） 浅海定線調査（水産庁） 公共用水域水質測定結果（環境部局） 等
	潮位	潮位、基準面高さ	気象庁データ http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/dbindex.html ） 等
物質循環系を把握するための情報			
流入負荷量	河川	生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P 等)	河川部局資料
	工場、事業場、下水処理場からの負荷		下水道統計年報（自治体） （工場、事業場へのヒアリング実施） 等
水質、底質、生物量等の存在量に関わる情報	水質	各項目（特に生物の生産・生息環境に寄与する物質を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P、フェオフィチン、DO、等）	公共用水域水質測定結果（環境部局） 広域総合水質調査（環境省） 浅海定線調査（水産庁） 等
	生物	生物（水産資源含む）	水産試験場・水産部局資料、浅海定線調査 農林水産統計年報（農林水産省・水産部局： http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html ） 等
		植物プランクトン、クロロフィル a	公共用水域水質測定結果（環境部局） 広域総合水質調査（環境省） 浅海定線調査（水産庁） 等
		動物プランクトン	水産試験場、水産部局資料
		藻場、干潟、サンゴ礁等の面積	自然環境保全基礎調査（環境省： http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_list_h.html ） 航空写真（国土地理院） 等
	底質	各項目（硫化物等）	公共用水域水質測定結果（環境部局） 等

表 II-4(2) 主な調査項目とデータの公表元

項目	詳細項目	データの公表元
社会的状況を把握するための情報		
人口	流域の人口密度、人口の変遷	自治体統計書、国勢調査結果
産業	産業別就業者数、出荷額	政府統計の総合窓口（e-Stat）（独立行政法人統計センター： http://www.e-stat.go.jp/ ）等
土地・ 海域利 用状況	宅地、農用地、森林、その他	自治体統計書 政府統計の総合窓口（e-Stat）（独立行政法人統計センター： http://www.e-stat.go.jp/ ）等
	漁場	漁業権区域図（自治体）、海図、 海洋政策支援情報ツール （ http://www5.kaiho.mlit.go.jp/kaiyo/ ）
	埋立ての状況	自治体港湾計画、地形図、航空写真（国土地理院）等
	自然公園、海域公園	自治体資料、自治体環境白書 海洋政策支援情報ツール （ http://www5.kaiho.mlit.go.jp/kaiyo/ ）等
	海域のレジャーの状況（潮干狩り、海水浴場 等）	自治体観光部局資料、地域の観光ガイド 海洋政策支援情報ツール （ http://www5.kaiho.mlit.go.jp/kaiyo/ ）等
下水道	し尿処理人口、 下水道普及率・接続率	下水道統計年報（下水道部局）等
施策	既往の環境改善等各種施策	国資料、自治体環境白書・環境基本計画 環境技術実証事業（環境省： http://www.env.go.jp/policy/etv/ ） 新技術情報提供システム（国土交通省： http://www.netis.mlit.go.jp ）等
活動	NGO・NPO 等の活動内容	内閣府 NPO ホームページ （ https://www.npo-homepage.go.jp/ ） 環境 NGO 総覧（（独）環境再生保全機構： http://www.erca.go.jp/jfge/ngo/mokuji.html ）等

1-5 取りまとめ方法



収集した資料を時系列的に比較し、沿岸の海域で生じたイベントと自然的条件、社会的条件等の比較を行うことが基本である。その際、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能しているか」という視点から整理する。

【解説】

先に述べた通り、海域の不具合は様々な問題点が重なりあって生じている。

どのような問題点が重なりあい不具合が生じたのか把握するためには、収集した情報を横並びで見て時系列的に比較検討し、それぞれの問題点の因果関係が視覚的に表現されるとよい。

その際、社会的な情報、自然的な情報の両方の情報を並べて比較することにより、どのような社会的な状況の変化が自然環境の変化と関係がありそうか、おおまかに把握することが可能になる（ケーススタディ（1-5 取りまとめ方法）が参考となる）。

コラム

●三河湾における環境改善方策の先進的な取組みの例

三河湾では、赤潮や苦潮（三河湾では貧酸素水塊による青潮のことを「苦潮」と呼ぶ。）により漁業被害等の不具合が生じており、赤潮や苦潮といった問題点を改善するため、過去から様々な調査が大規模に行われてきた。苦潮が発生する原因は、過剰に発生した植物プランクトンが海底に沈み、これが分解されるときに酸素を消費し貧酸素状態となることにある。

このような問題を改善するために、干潟や浅場造成等を行い、二枚貝類の生息場を確保することにより、植物プランクトンが増殖しても二枚貝類に摂食され、貧酸素水塊の発生を抑える取組みが行われており、生物の生産性が向上してきている。

しかしながら、未だ苦潮が発生しており、近年では、二枚貝類等の生物に摂食・捕食されにくい微小なプランクトン（通称ピコ・ナノプランクトン[※]）が増えている可能性が指摘されている。ピコ・ナノプランクトンが増殖すると、二枚貝類等に摂食・捕食されず上位の生態系に取り込まれることなく枯死してしまい、貧酸素化につながるのではないかと推測され検討が進められている。

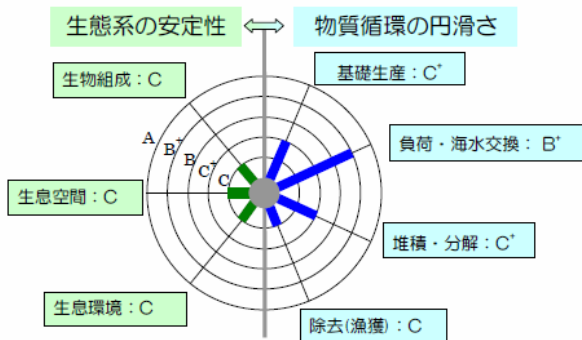
三河湾のヘルシープランでは、この点についても、資料収集や現地調査、増殖実験等を行い、検討が進められた。

※大きさが $0.2\mu\text{m}$ ～ $2\mu\text{m}$ のプランクトンを「ピコプランクトン」、 $2\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ のプランクトンを「ナノプランクトン」という。通常のプランクトンネットでは採取できず、特殊な顕微鏡等による観察が必要となる。

ケーススタディ (STEP1 1-1 基本情報の把握)

地域の海がどのような特徴を有しているのか、既存資料をもとに大まかに把握することが、海域の物資循環健全化に向けた第一歩となる。

モデル地域である三河湾では、「1-1 基本情報の把握」で参考資料として示した、「平成20年度 全国閉鎖性海湾の海健康診断[®]調査報告書 全国71閉鎖性海湾の海健康診断[®]一時診断カルテ」(海洋政策研究財団、2009)を用いて、おおまかな状況を把握している。

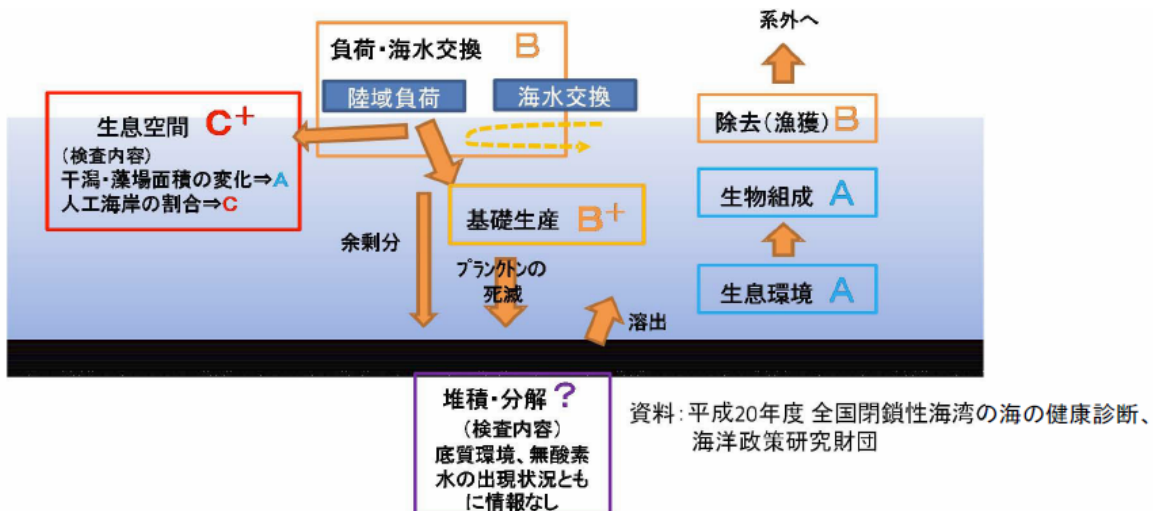


三河湾は、海水交換は比較的良いが、その他の項目については、良い結果とはなっておらず、生物の生産の状況(生態系の安定性)が不健全であることを博している(左図)。

【三河湾】		視点	一次検査項目	評価	
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化	C	C	C
			海岸生物の出現状況		
	生息空間	干潟・藻場面積の変化	C	C	C
		人工海岸の割合	C	C	C
	生息環境	有毒物質の測定値	C	C	C
		無酸素水の確認頻度	C	C	C
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化	B	C+	C+
		赤潮の発生頻度	C		
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス	B	B+	B+
		潮位振幅の変化	A		
	堆積・分解	底質環境	B	C+	C+
		無酸素水の出現状況	C		
除去(漁獲)	底生魚介類の漁獲量	C	C	C	

注)平成20年度全国閉鎖性海湾の海健康診断 調査報告書(平成21年3月、海洋政策研究財団)及び三河湾心算資料より評価した結果を示す。

三津湾においても、三河湾と同じ資料を用いて、基本情報の把握を行っている。三津湾では、上図の円グラフの情報を、物質循環のフロー図として表現する工夫が行われている(下図)。



資料:平成20年度 全国閉鎖性海湾の海健康診断、海洋政策研究財団

調査項目は栄養塩類の動きに着目し、陸域から海域に至る循環過程を把握する必要がある。また、自然的な情報に加えて、社会的な情報についても収集する必要がある。モデル地域である三河湾では、以下のように、陸域・海域を含めて物理的な流動に関する湾の地形や海岸線の状況を整理し、流動に影響を与える気象や河川の状況、水質そのものの情報や水質に影響を与える社会条件、生物の生息状況や漁獲の状況等について把握している。

1. 湾の成り立ち
 - 1.1 地盤 (地形・地質)
 - 1.2 地形 (海底地形、水深の変遷、現在の汀線形式)
 - 1.3 人工的な改変 (埋立及び海岸線、港湾・漁港)
2. 湾への外力 (気象・海象等)
 - 2.1 気候
 - 2.2 気象 (気温、降水量、風向・風速)
 - 2.3 流入河川 (流入河川位置、流量)
 - 2.4 流況
 - 2.5 外海水の状況
3. 水塊構造
 - 3.1 水温・塩分の分布
 - 3.2 水質分布
4. 底質分布
5. 負荷
 - 5.1 流域範囲
 - 5.2 社会条件 (人口、就業者数、出荷額等、土地利用状況、自然公園等)
 - 5.3 沿岸域の利用状況の変遷
 - 5.4 発生負荷量
 - 5.5 負荷の処理状況
 - 5.6 主要河川の負荷 (水質、人工構造物、土砂供給と土砂採取)
6. 生物生産 (藻場、干潟・浅場、生物)
7. 生じている障害 (発生状況、発生メカニズム、被害状況)
8. 漁業 (漁業経営体数、漁獲量、漁業による窒素・リンの回収)
9. 攪乱 (主要な風水害、地震及び津波、台風及び高潮、洪水等)
10. 流域における施策の実施状況 (海域を含む)

物質循環の問題点や不具合の原因を検討する手がかりとして、地域の海にこれまでどのような変化が生じてきたのか、その変遷を把握することが重要である。モデル地域では、調査項目により収集できる年代は異なるが、1950年代頃から情報を収集することにより、変遷を把握している。

●気仙沼湾（不具合の問題点がある程度見当が付いている例（湾奥の底質悪化））

1950年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・湾奥では1950年代から底質の悪化が進み、1970年代初頭には湾奥～湾央で水産用水基準を超過していた。
- ・1976年から1987年にかけて、湾奥において大規模な浚渫が実施されていた。延べ浚渫面積は32万m²、総浚渫土量は19万m³にのぼる。
- ・湾奥には1960年代以前には、約39haの干潟が存在したが、現在では消失している。

●播磨灘北東部（改善したい項目がある程度絞り込んでいる例（栄養塩類の濃度低下））

1960年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・かつては下水道整備率が低く（1980年代で40%程度）、加古川の栄養塩類濃度は高かった（T-N：約3.0mg/L）。近年の下水道整備率の上昇（90%程度）や総量規制等の成果により、河川（加古川）のT-Nは、最も高かった頃（1982年 約3mg/L）の3分の1程度（2009年 約1mg/L）まで減少した。
- ・栄養塩類濃度が高かった1980年代は赤潮の発生回数も50回/年と多く、近年は20回/年程度に減少した。

●三河湾（多様な変化が生じており、問題点が複雑な例）

1960年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・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。同時期に干潟・浅場の減少が起こっていた。

●三津湾（生物の成長が鈍化しているが、問題点が不明である例）

1950年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・流域の状況について見ると、1950年代からゆるやかに流域の人口が減少し、下水道が2007年から稼働を始める。
- ・海域環境の変化としては、1950年代から1970年代にかけて、沿岸整備の推進や干拓事業が実施されてきた。カキ養殖は1950年代から1960年代にかけて急速に展開したが、以後、収穫量は概ね横ばいとなっている。
- ・生物に着目すると、1980年代からアサリが急激に減少し、底魚を含めた漁獲量も1960年代から1990年代まで減少傾向を示し、その後ゆるやかに回復している。特にアマモの繁茂が2000年代後半から急増している特徴がある。

ケーススタディ (STEP1 1-4 調査方法)

調査方法は既存資料の収集を初めに行い、収集できない項目等が生じた場合には、関係機関や有識者からヒアリングを行う必要がある。

モデル地域では、行政の各種調査結果や論文、水産試験場等の関係機関へのデータ提供依頼、漁業者等へのヒアリング等を行い、資料の収集を行っている。

以下に各地域の特徴的な調査方法について例を示す。

●気仙沼湾

・水産試験場から情報収集

→養殖が盛んであり、水産試験場に情報が集められていた。水質に加え、底質、ベントス、プランクトンなど情報を入手している。

・論文検索による情報収集

→公的な資料の他に、赤潮発生の変遷と水質との関係や、養殖種の漁獲高の変遷などの情報を入手している。

・漁業者へのヒアリング

→船舶から排出される排水（保冷に使った氷が魚の血と共に排水されている）の影響等が収集出来た。

●播磨灘北東部

・大学より入手

→モデル地区付近で水質調査を行っている、大学より水質の情報を収集している。

・事業者へのヒアリング

→地域の事業場から排水の水質・量など、公的に集まらない情報を収集している。

●三河湾

・環境データベースの検索

→三河湾は、これまで多くの研究がなされており、「Mikawa データベース」や「伊勢湾環境データベース」といった地域の海の情報を集約した HP があり、ここからも多くの情報を入手している。

●三津湾

・漁業者へのヒアリング

→三津湾は公的な資料も少なく、調査研究も多くないため情報が乏しい。漁業者へのヒアリングにより、藻場の分布状況や過去からの海の変化について情報を入手しており、情報が少ない場合に有効な方法である。

ケーススタディ (STEP1 1-5 取りまとめ方法)

地域の海でどのような問題点が重なりあい不具合が生じたのか把握するためには、収集した情報を横並びで見て時系列的に比較検討し、それぞれの問題点の因果関係が視覚的に表現されるとよい。モデル地域では、環境の悪化時期と社会的条件と比較を行ったり、時間的な変化と量の関係が分かるような工夫を行い、視覚的に把握しやすい取りまとめが行われている。

●気仙沼湾の取りまとめ例 (ある程度問題点が把握できている例)

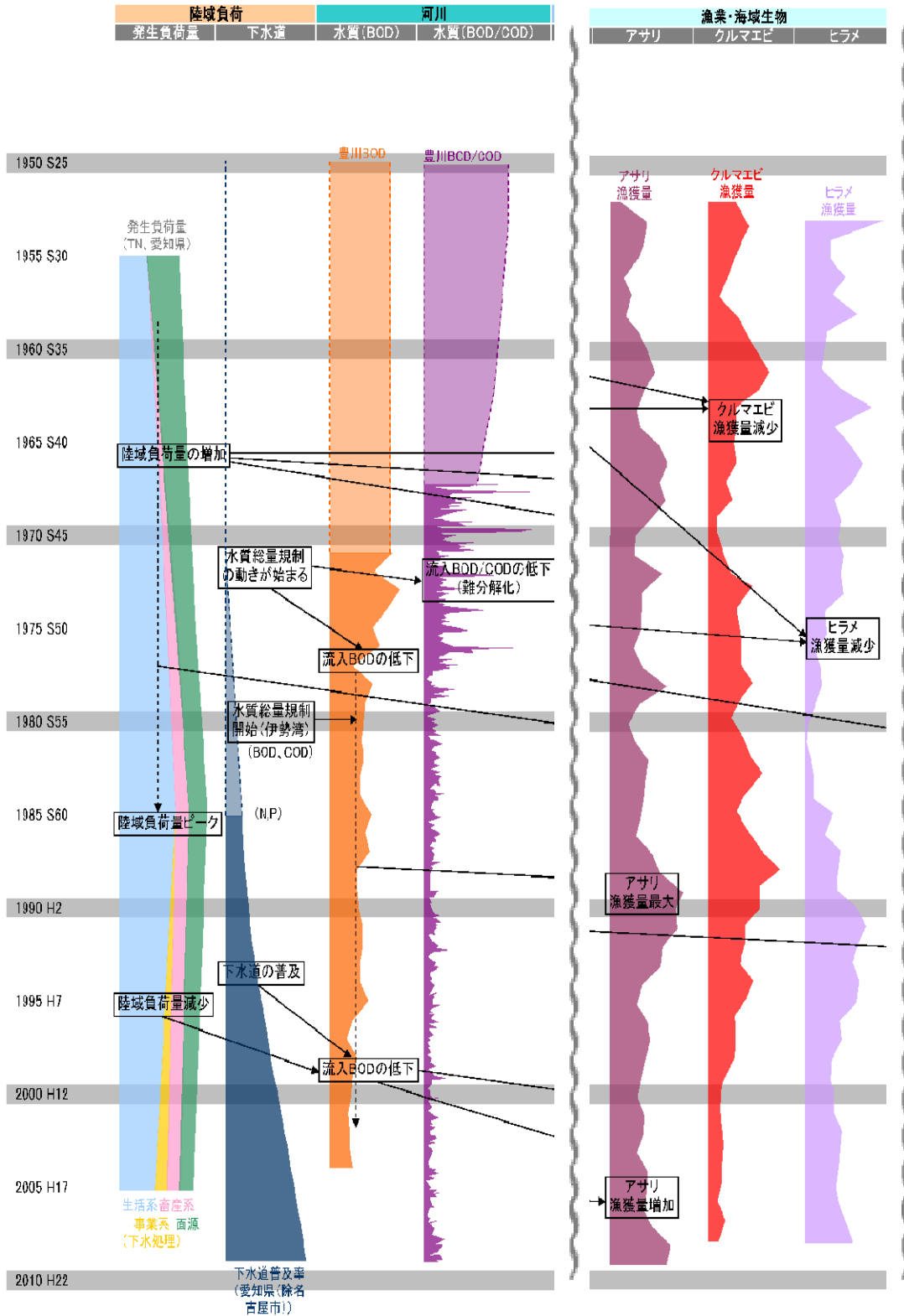
気仙沼湾では、過去に水質悪化による大規模浚渫が行われたことがわかっており、この以前から環境が悪化していたと想定されたことから、「悪化期」、「対策期」、「改善期」に分けて、どのような社会状況の変化と環境が変化したかを時系列的に取りまとめられている。

		悪化期		対策期		改善期	
項目		1950年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
インパクト		流入水質の悪化(ペド等) ※ペド：油分と蛋白質を含む粘着性の物質 ●干潟(約39ha)の消失					
湾内の環境	水質	CODピーク		やや低下	低下し、安定		
		水質悪化(ペドの流入)		T-Nピーク	やや低下	減少傾向	
				T-Pピーク	低下し、安定		
	底質	緩やかに悪化	著しく悪化	湾全体では横ばいに推移 (湾奥～湾奥では悪化傾向)			
	貧酸素の発生 (DO4.3mg/L以下)	1970年代以前の発生状況不明		湾奥～湾奥で発生		1990年代以降減少 (現在でもほぼ毎年発生)	
	赤潮の発生	赤潮発生開始 (毎年発生)		湾奥を中心に発生		1990年代以降減少 (現在でもほぼ毎年発生)	
養殖業	湾奥でカキのへい死、ノリの枯死 湾奥(鼎浦湾)の漁場環境の悪化	ノリ・カキ生産量の減少 湾奥の漁場消失 →湾奥から湾口へ漁場が移動		養殖種を変えつつ、生産量増加傾向 ●赤変力キ発生 (底生魚介類の漁獲量は低下傾向)			
対策	下水道整備(1984年供用開始) 大規模浚渫(湾奥) 1978年～1987年 排水規制(1971年一律排水基準、1972年県特別排水基準)						

(平成22年12月時点での整理結果)

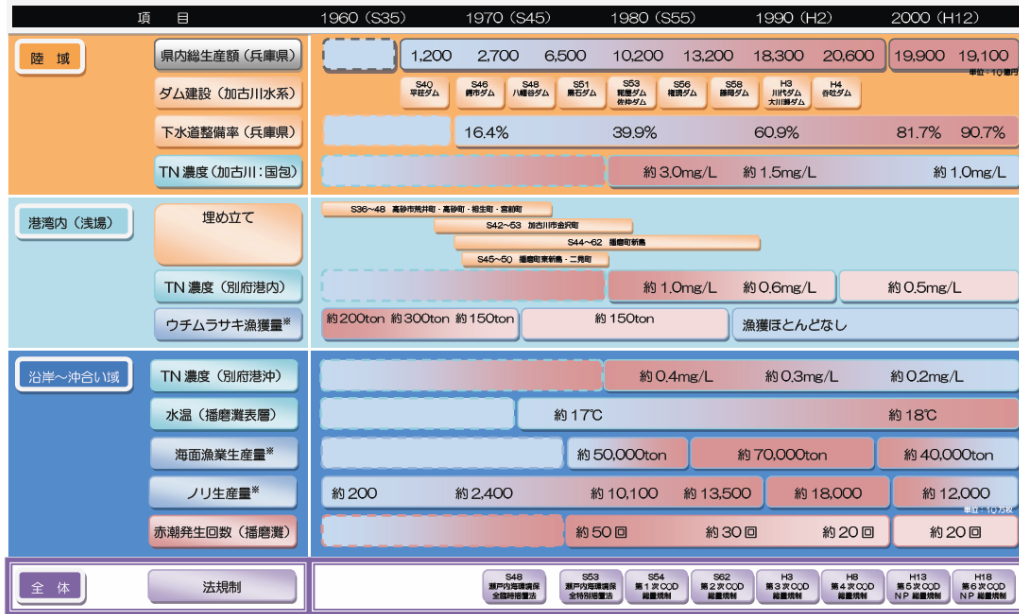
●三河湾の取りまとめ（問題点の把握が困難で、多くの事象が関連している例）

三河湾では、各項目の時間的な変化と量の関係が分かるように、変化の程度を相対的にグラフ化している（下図はグラフの一部を抜粋）。



●播磨灘北東部の取りまとめ（想定された課題を中心にまとめた例）

播磨灘では、貧栄養（T-Nの濃度減少）の改善が課題の一つとなっていることから、T-Nの濃度と関わりのある要素について、時系列的に示している。また、陸～沖合のT-Nの濃度変化にも着目している。

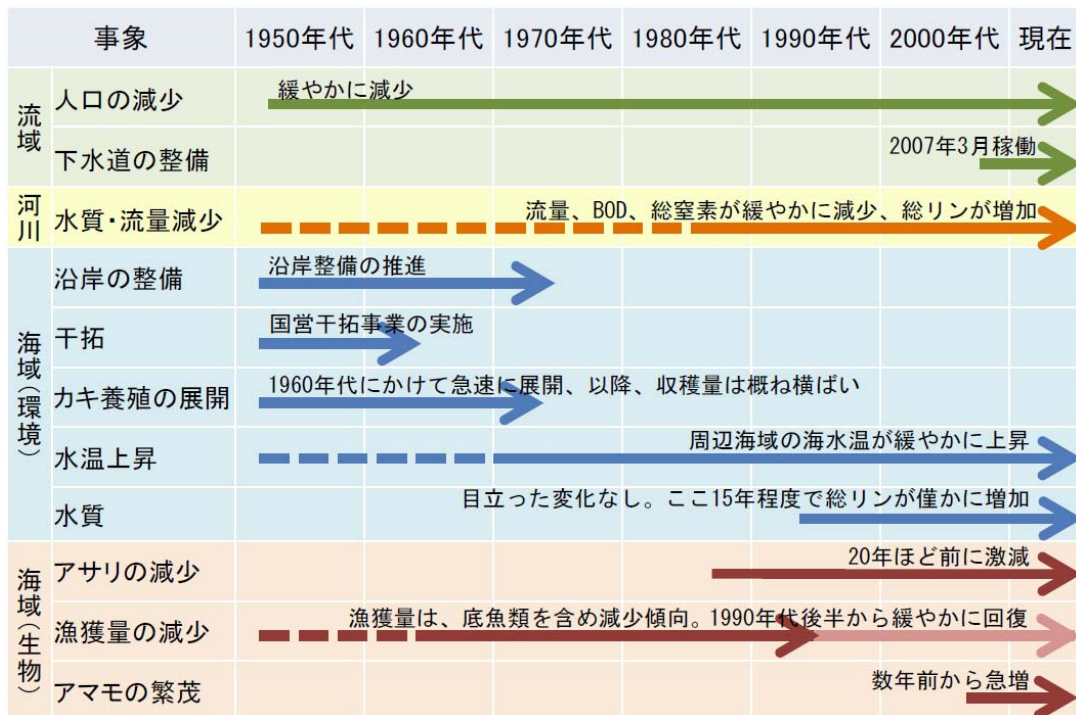


データなし（調査が実施されていない、未取得等）：□□□□

*ウチムラサキ漁獲量：播磨地区
海面漁業生産量：兵庫県（瀬戸内海区）
ノリ生産量：兵庫県

●三津湾での取りまとめ（生物の成長（魚介類）との関係に着目して整理した例）

三津湾では、数年前から底層付近におけるカキの斃死やアサリの減少など生物の成長が鈍化しているとされてきた。既存文献に加えて、漁業者へのヒアリング等も行い、アサリの減少やアマモの繁茂状況についても整理がされている。



STEP2 問題点の抽出

「STEP 1 現状把握」⇒ 問題点の抽出 ⇒ 「STEP 3 健全化に向けた課題の抽出」へ

既存資料や、ヒアリングの取りまとめ結果から地域で生じている不具合を引き起こしている問題点の抽出を行う。

なお、不具合を引き起こしている問題点と考えた自然的条件や社会的条件と不具合の関係性が不透明な場合には、必要に応じて現地調査や数値シミュレーションによる解析を行う。

【解説】

ここまで、説明した情報の収集・整理を行うと、対象とする海域で生じてきた自然的・社会的変化と海域で生じている不具合の概要が把握できてくる。そこで、「1-1 基本情報の把握」において想定した不具合の原因となっていると物質循環上の問題点の抽出を行う。

なお、「1-1 基本情報の把握」において、不具合の原因となっている問題点が既に分かっている場合には、STEP3に進む。

「1-5 取りまとめ方法」において、時系列的に情報を整理し、どのような自然的・社会的変化が積み重なって、海域に不具合が生じてきたかを整理した。この整理結果を基に物質循環に係る「関連図」を作成することにより、不具合の原因となる問題点の抽出を行う。

なお、数値シミュレーションを実施した場合、物質循環の状況が定量的に時系列で把握できるため、可能であれば実施することが望ましい。

【関連図の作成】

①インパクト・レスポンスフロー図（モデル地域の事例（気仙沼湾、三津湾参照））

インパクト・レスポンスフローは、ある原因（インパクト）が引き起こす結果（レスポンス）を検討し、その因果関係を図としてつなげていくものである。そのため、不具合が把握できている場合、不具合を中心に置き、関連する事象をつなげていくと、関連する事象が可視化され、問題点を抽出しやすい。

②構造図（モデル地域の事例（三河湾参照））

不具合は生じているが、その原因となる問題点が見えづらく、どこに問題があるのか不明確な場合には、まず、物質循環がどのような状態であるのか、物質循環に係る要素同士のつながりを考えた物質の流れの構造図を作成し、過去と現在の比較により、構造のどこに違いが生じてきたかを把握することにより、問題点が浮き彫りとなってくる。

③インパクト・レスポンスフローの定量的な把握方法

図 II-4 に全国の閉鎖性海域で一般的に見られるような基本的な物質循環のフローを示した。①に示したインパクト・レスポンスフロー図は、定性的に関連を見るのに適しているが、図 II-4 に示すような物質循環のフローを作成し、各要素（図中の□囲みや○囲み）の栄養塩類のストック量と、「→」で示した流れの移行量を記載していくと、定量的に物質循環の状況を把握でき、どこで物質が過剰・不足しており、どこで滞っているのかを視覚的に認識することができる。

ただし、物質循環フローを作成するためには、既存の情報が少ない場合には、詳細な現地

調査を行う必要があるため、必要に応じて、フロー図の簡略化等を行い定量的に把握するとよい。

図 II-4 は一般的なフローであるため、地域によっては図 II-4 の各要素の中をさらに細かく分類する必要も生じるものと考えられるので、地域の実情に応じて各要素をクローズアップしたフロー図の作成も行うとよい。

例えば、モデル地域である三河湾では、微小プランクトン（ピコ・ナノプランクトン）が基礎生産としても重要であるとわかってきており、これに着目すると図 II-5 のようなフローが考えられる。

底質環境の悪化が問題となっている海域では、有機物の沈降と、底質からの栄養塩類の溶出を要素として取り入れた図 II-6 のようなフローが考えられる。

播磨灘北東部では、陸域から流入する栄養塩類について、生物に利用しにくい形態（難分解性）が増えているとの指摘もあり、栄養塩類の形態も要素として取り入れると図 II-7 のようなフローが考えられる。

このような図を作成し、それぞれの矢印や要素に栄養塩類のフロー量やストック量を当てはめていくと、定量的に物質循環の状況を把握できる。

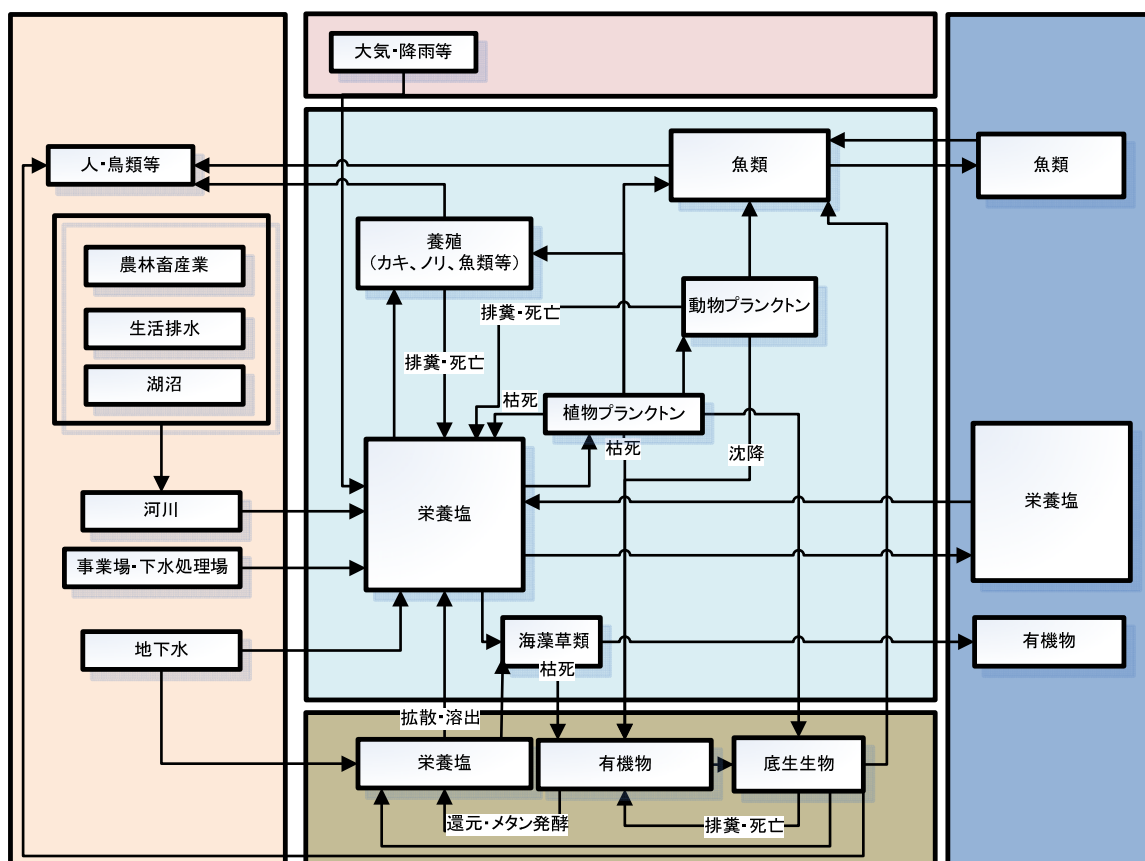


図 II-4 閉鎖性海域の物質循環の大枠

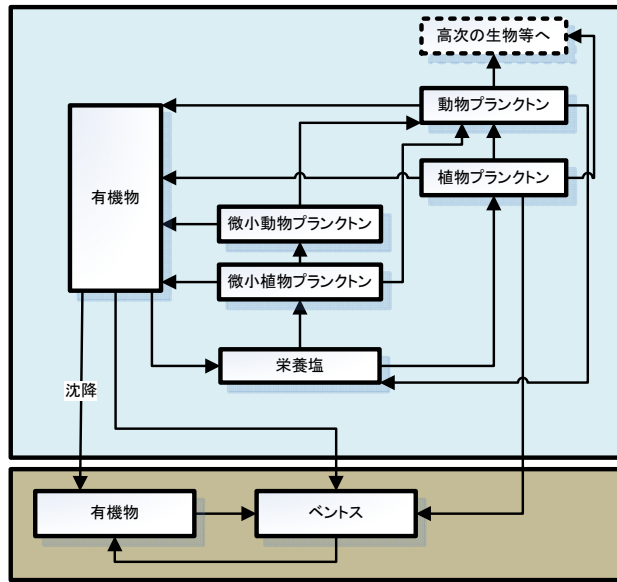


図 II-5 物質循環に関連する要素（微小プランクトンに着目したパーツ）

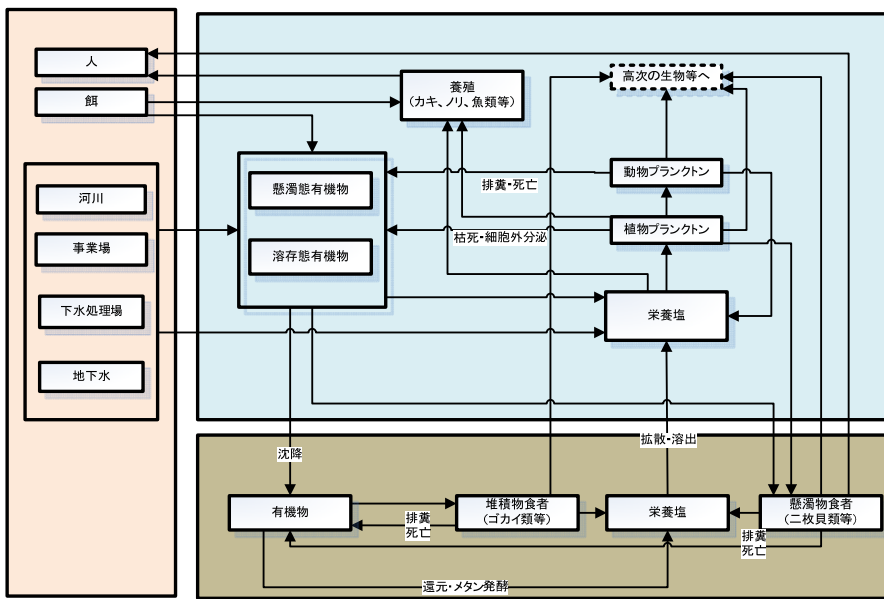


図 II-6 物質循環に関連する要素（底質の悪化に着目したパーツ）

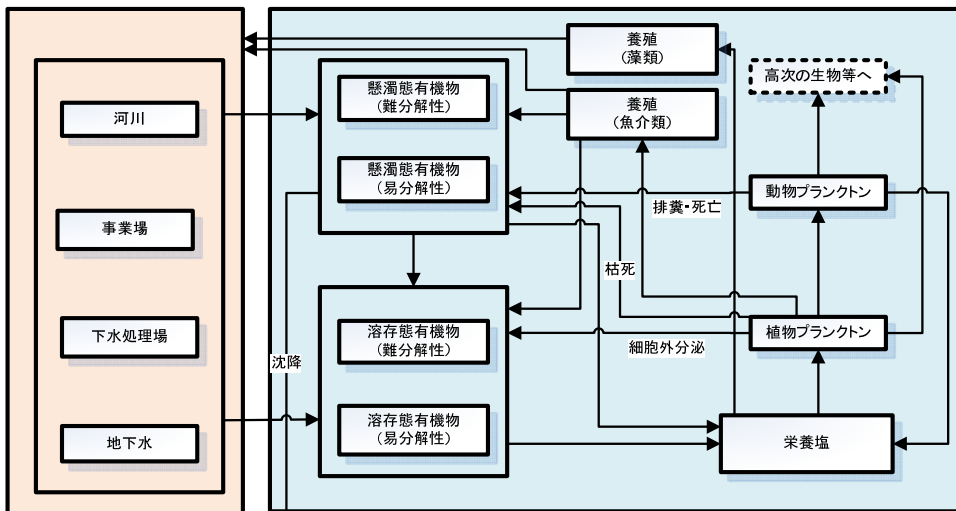


図 II-7 物質循環に関連する要素（栄養塩類の形態に着目したパーツ）

【数値シミュレーションの実施】

物質循環の状況を定量的に把握するには数値シミュレーションの実施が適している。数値シミュレーションは海域に関わる主要な物質の循環過程と構成要素を踏まえて構築するものであり、数値シミュレーションモデルを構築して計算を実施することにより、対象とする海域における主要な物質循環状況を定量的に時系列で明らかにすることができる。これらの結果は海域の物質循環の理解や不健全な状況のメカニズムの理解に有益な情報となるものである。

物質循環を把握するための数値シミュレーションは、①流動モデル、②生態系モデルの大きく2つのパーツからなり、沿岸域の特徴を考慮したモデルとする必要がある。

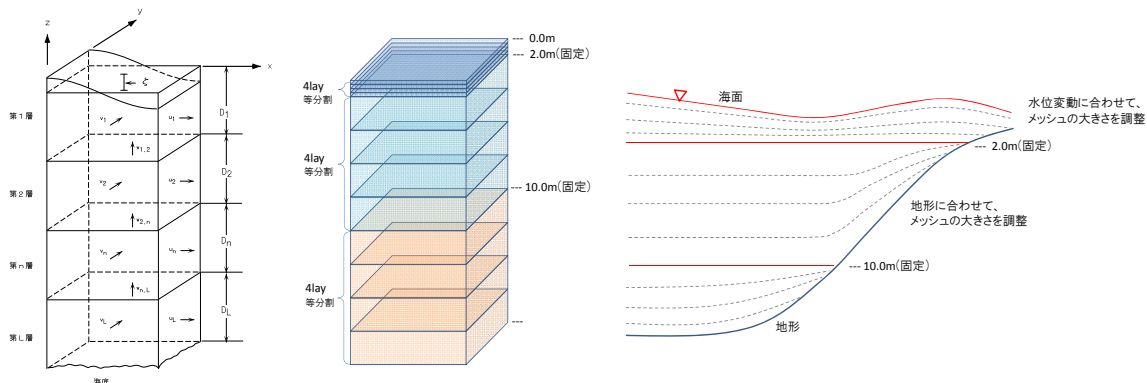
①流動モデルの構築に関する留意点

河川等からの淡水流入がある場合、淡水は海水に比べて密度が小さいため、海水の表層を薄く広がる性質がある。そのため、表層で生じる現象に着目する必要がある場合には、モデルにおいても表層の計算を詳細に行う必要がある。

また、潮汐によって水位が変化することから、潮汐による変化も考慮できるモデルとする必要がある。

例えば、一般的に用いられる多層レベルモデルに比べ、表層の変化をより詳細に計算できる一般座標系による層の構築なども考えられる（図 II-8）。

上下方向の詳細化に加えて、水平方向についても把握したい情報に応じて、計算格子の細分化を行う必要があり、入れ子構造の格子配置なども考えられる。



多層レベルモデルの例 一般座標系の例（水位変動に合わせて計算格子の厚さも変化するのが特徴）

図 II-8 表層に着目した計算格子の例

②生態系モデルの構築に関する留意点

栄養塩類の循環状況を把握するためには、栄養塩等の濃度の変化に応答する動植物の増殖、底質浄化機能や底生生物相の回復、これらの相互作用が及ぼすさらなる水質変化といった相乗効果についても考慮できることが必要である。

そのため、構築するモデルは、動植物、底生生物、有機物、無機栄養塩類、溶存酸素など閉鎖性海域における物質循環を考える上で主要な役割を担っている要素で構成し、海域における水質や底質、海棲生物の相互作用を窒素、りん及び炭素の生体元素で表現可能なものとし、浮遊生態系（水質）と底生生態系（底質および底生生物）を同時に解析できる

モデル構造を有する水質-底質結合生態系モデルであることが望ましい (図 II-9)。ただし、現時点の生態系モデルでは、魚類等の高次の生態系も含めた計算には限界があり、海域のすべての現象がモデルにより解析できるわけではないことに留意する必要がある。

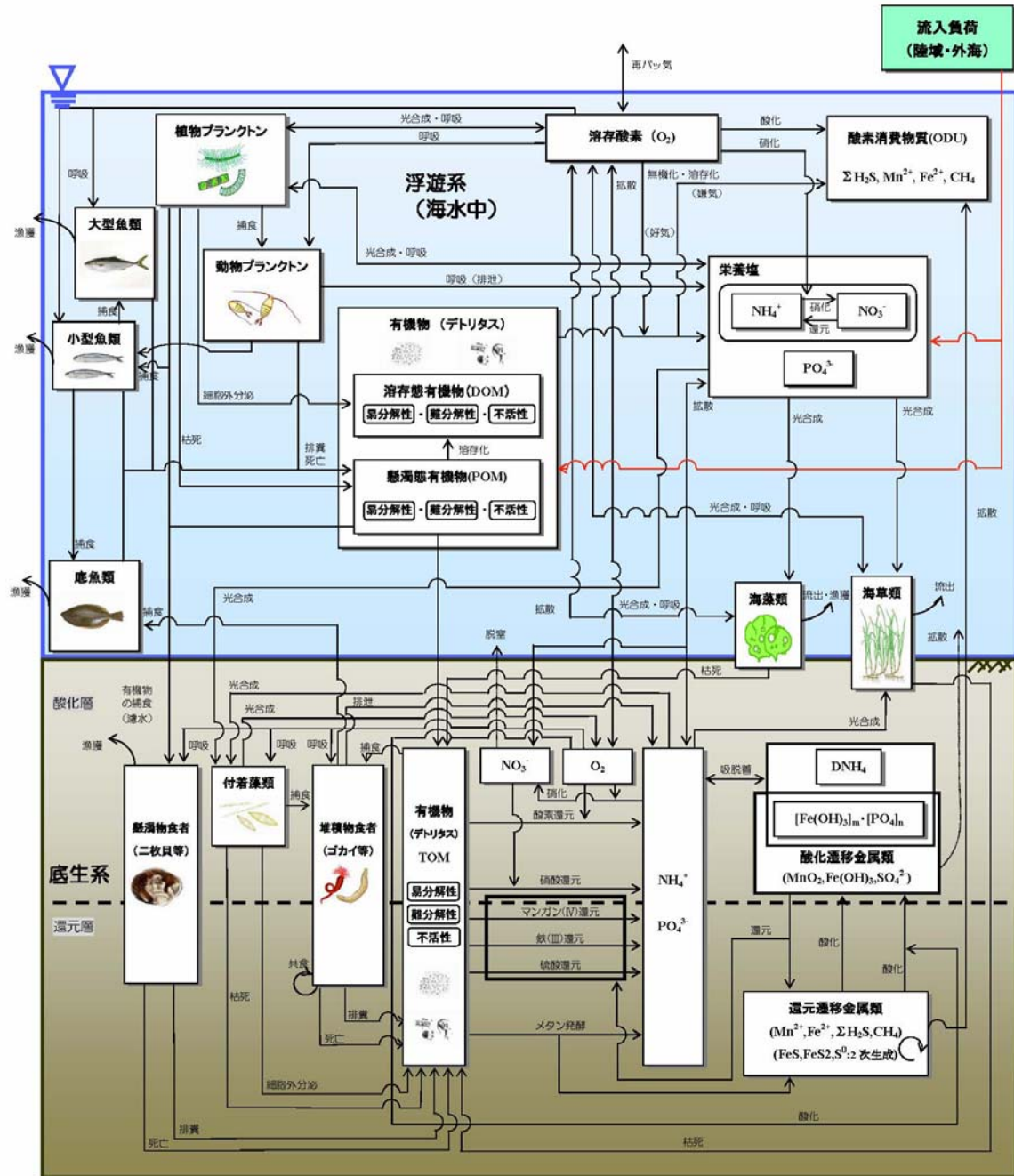


図 II-9 水質-底質結合生態系モデルの例

ケーススタディ (STEP2 問題点の抽出)

既存資料や、ヒアリングの取りまとめ結果から地域で生じている不具合の原因となっている問題点の抽出を行う。問題点が把握しやすいモデル地域では、インパクト・レスポンスフローの作成等により不具合の原因を推定することができたが、検討当初に不具合と原因と考えた自然的条件や社会的条件との関係性が不透明な場合でも、現地調査や数値シミュレーションにより問題点が見えてきたモデル地域もある。

●気仙沼湾での例 (ヒアリングを通じて新たな問題点が見えてきた例)

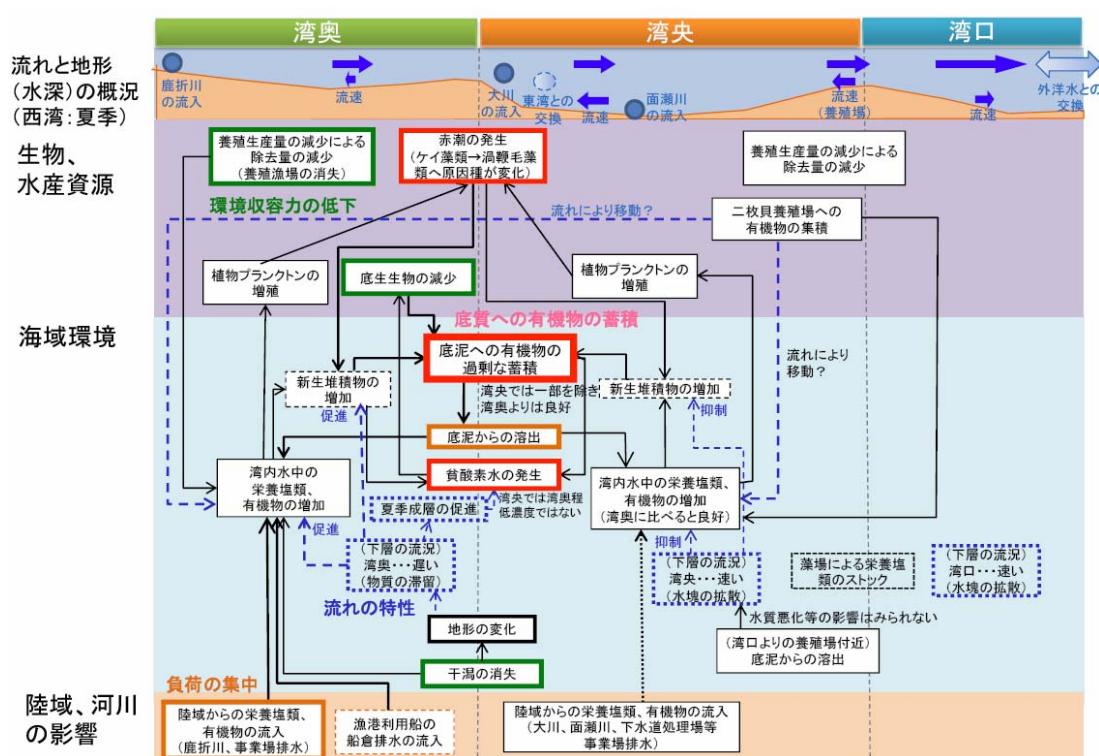
気仙沼湾での問題点として、湾奥部の水質や底質の悪化が挙げられていた。当初、湾奥部の水質や底質の悪化の課題の1つとして、河川や事業場等の陸域からの流入負荷を想定していた。

既存資料調査や関係機関へのヒアリングを通じて、水質悪化の課題として、漁船の船倉排水 (漁獲物の血液等が混じった排水) からの負荷も考慮する必要があることが浮かび上がった。

●気仙沼湾のインパクト・レスポンスフロー

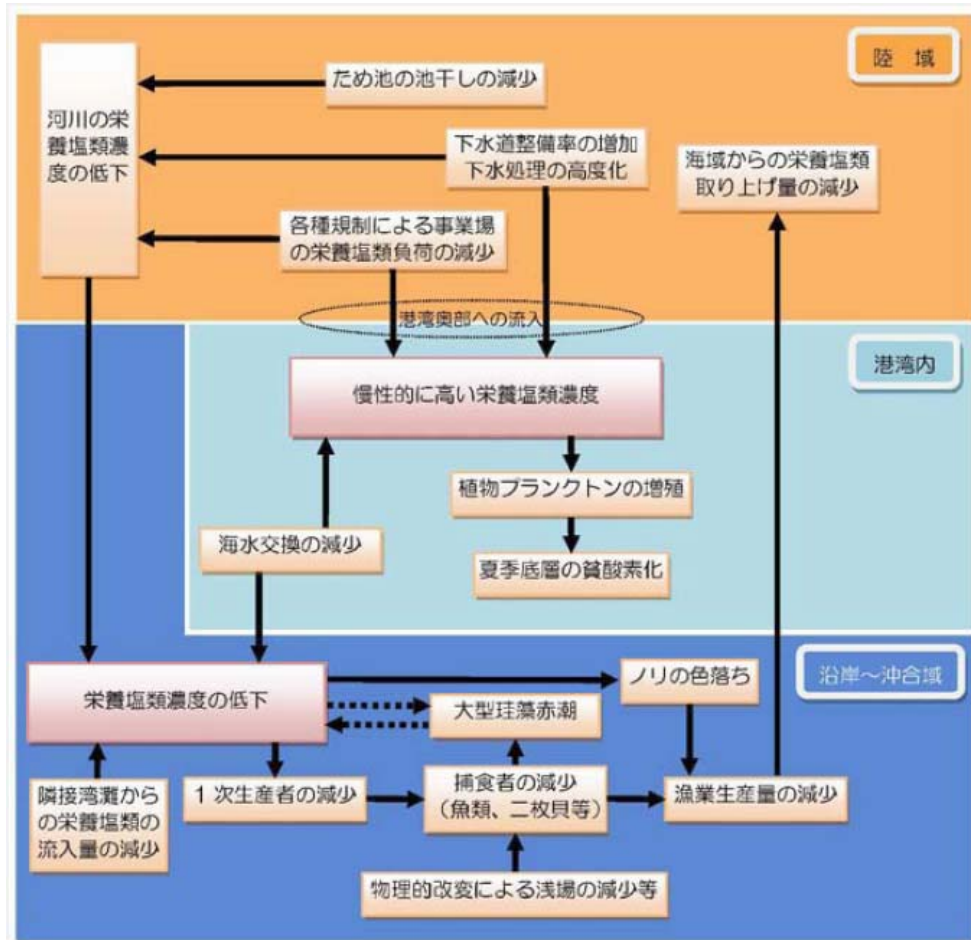
気仙沼湾では、「底泥への有機物の過剰な蓄積」や「貧酸素水塊の発生」を問題点の中心に置き、この問題に関連する事象を定性的に関連付けている。

さらに湾奥、湾央、湾口という地形的な特徴も考慮し、物質がどのように循環しているのかを模式化している。



●播磨灘北東部のインパクト・レスポンスフロー

播磨灘北東部では、海域の貧栄養状態の原因として陸域からの栄養塩類の流入の減少を想定していた。現地調査により海域を細かく見ると、港湾内に高濃度の栄養塩類が存在していることがわかり、港湾内～沖合域の栄養塩の偏りに着目して模式化している。



●三津湾での例（ヒアリングやシミュレーションを通じて不具合が見えてきた例）

三津湾では、不具合として底層付近のカキの斃死が挙げられ、底層付近の貧酸素化が問題として想定された。

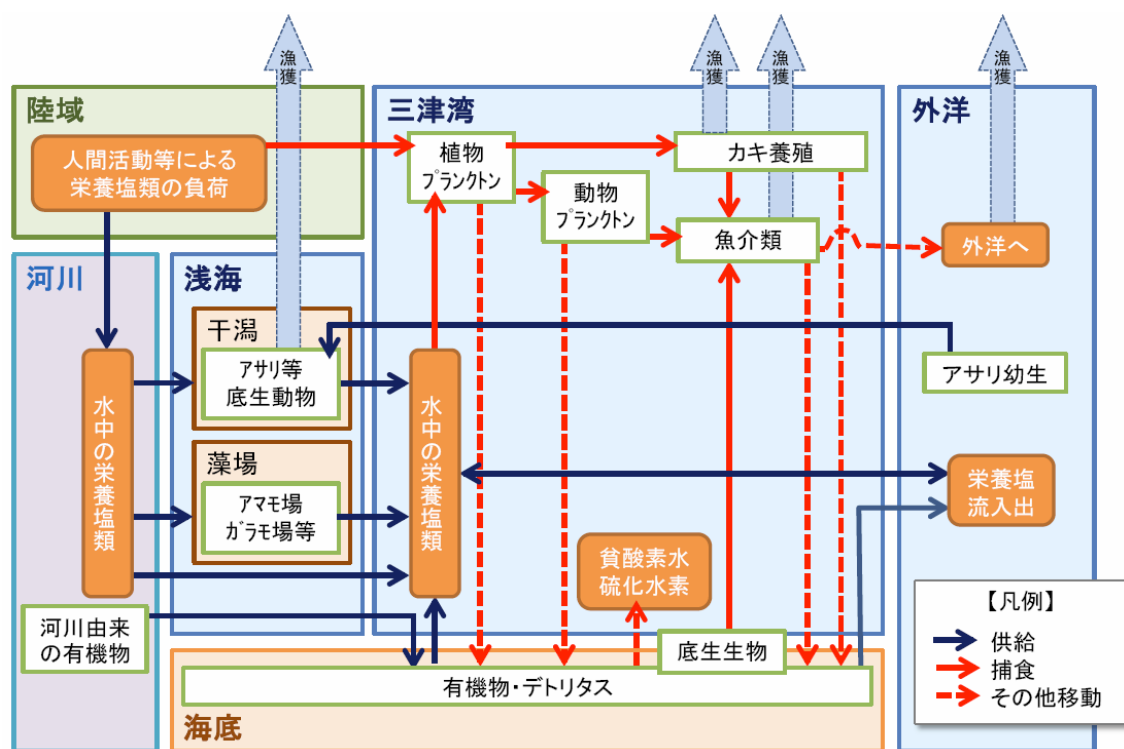
漁業者へのヒアリングを行ったところ、カキについては食害の影響も大きいとの不具合や、カキ以外にアサリについても 20 年前ほどから激減していることなどの不具合が浮かび上がった。

また、湾内の栄養塩類の循環の状況に関する知見が不足していたことから、シミュレーションにより循環状況を検討した所、三津湾は海水交換率が高く、湾内の水質は瀬戸内海の水質に大きく左右されることが分かってきた。

●三津湾のインパクト・レスポンスフロー

三津湾では、漁獲による取り上げに関連する事象を定性的に関連付けている。

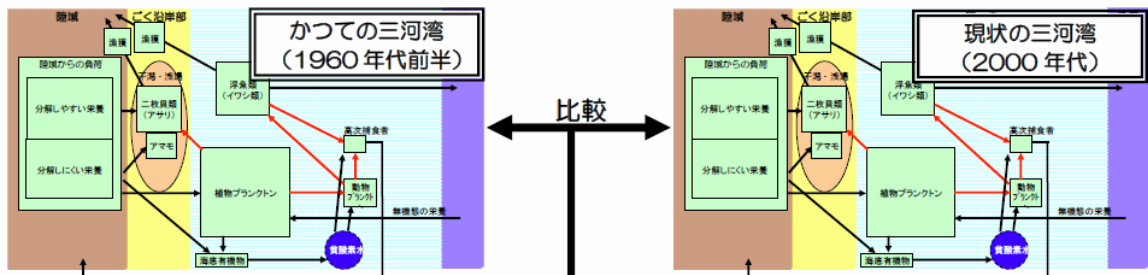
また、瀬戸内海の一部の湾であることから、外洋（瀬戸内海）との関係にも着目して問題点を抽出している。



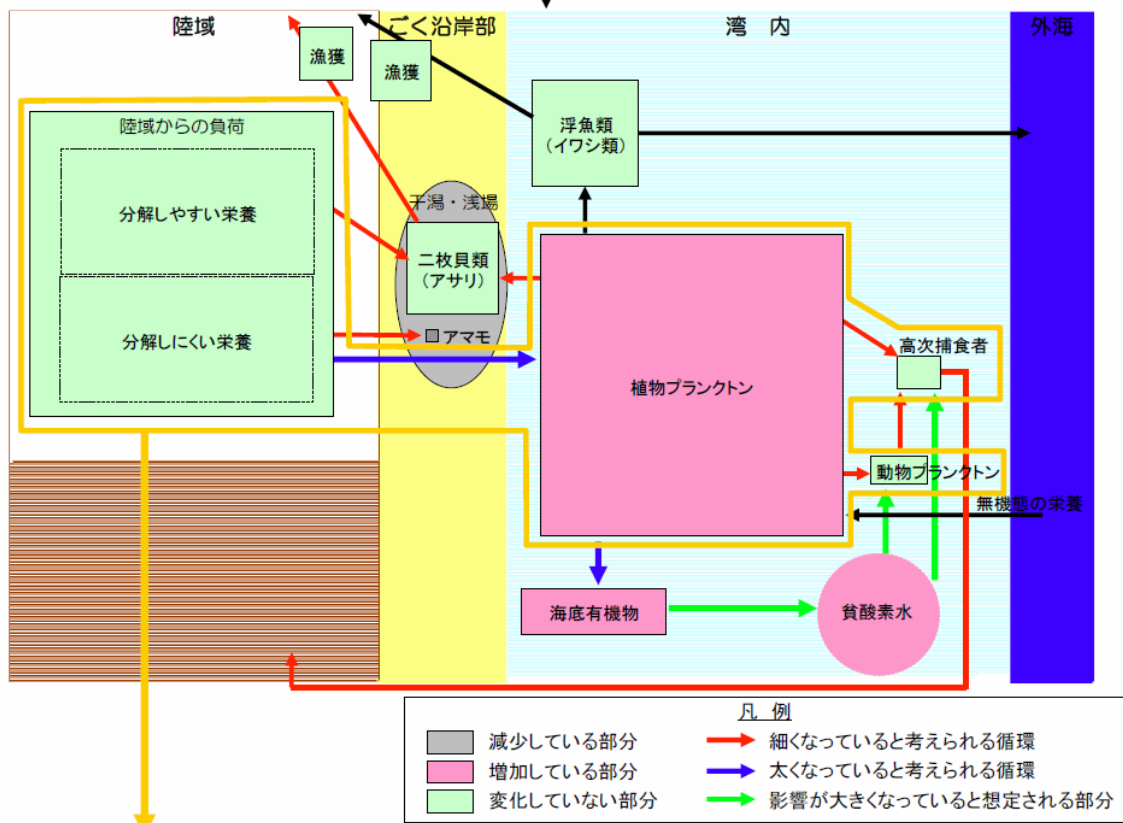
●三河湾の構造図の比較図

三河湾では陸域から海域にかけての物質循環の構造図の作成を健全であったと設定した過去（1960年代）と現在について作成している。

構造図の比較を行うことにより、過去と現在で物質循環のどこに変化が出てきたのか検討を行い、問題点の抽出を行っている。

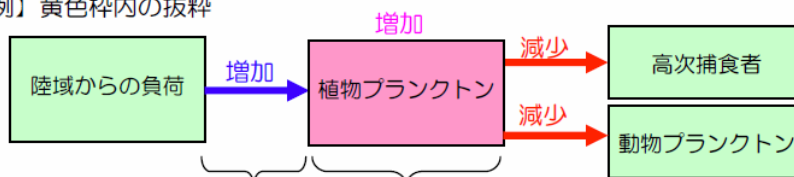


1. 各年代の図を比較し、変化箇所を解明する



2. 比較結果（変化図）から滞りが生じていると考えられる箇所を見極め、滞りの有無を検討する

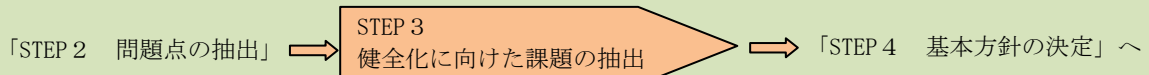
【例】黄色枠内の抜粋



滞り箇所 a 滞り箇所 b

→滞り箇所 a, b のどちらか、または両方で滞りが生じていると考えられる。
 その他の循環についても同様に検討を進め、物質循環全体の中で滞りの生じている箇所を明らかにする。

STEP3 健全化に向けた課題の抽出



抽出した問題点について、物質循環の健全化の観点から有効な対策を検討することを目的として、問題点に係る自然的条件や社会的条件との関係性を整理し、物質循環の健全性を損ねており、改善すべき課題を抽出する。

【解説】

不具合の原因となっている問題点が抽出できたところで、この問題点を改善するための課題の抽出を行う。

改善の考え方は、あくまで、物質循環自体を健全化することにより、結果的に不具合が持続的・自律的に解決できるような課題を抽出することが重要である。対症的・療法的に個別の課題を改善することも必要ではあるが、例えば、貧酸素が問題点となっている海域で、「貧酸素を発生させない」＝「物質循環を健全にする」とは一概には言えない。

しかし、既に深刻な問題点がある場合には、対症的・療法的に個別の問題点に対する対策を講じることも必要であり、このような場合には短期的な課題として抽出することもあり得る。

例えば、漁業被害という不具合の原因として、赤潮の発生という問題点があった場合、これを改善するための課題は、「過剰な流入負荷」、「底質からの栄養塩の溶出」、「プランクトン捕食者の減少」等があげられる。

これらの課題の具体的な解決方策については、「STEP3

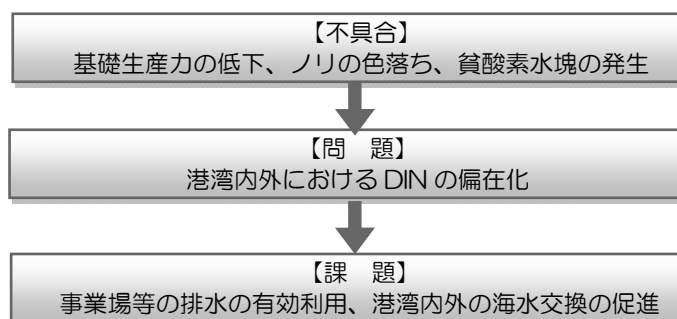
基本方針の決定」で検討することになるが、この段階では、解決すべき課題の候補をリストアップし、次のステップである基本方針を決定する際の基礎資料とする。

ケーススタディ（STEP3 健全化に向けた課題の抽出）

不具合の原因となっている問題点から、その問題点を改善するために課題となっている点の抽出を行う。

● 播磨灘北東部の課題

播磨灘北東部では、基礎生産力の低下やノリの色落ち等が不具合として挙げられた。この不具合を引き起こしている問題は、港湾内外の DIN の偏在化であり、改善するための課題としては、いかに栄養豊富な排水を有効利用するか、港湾内の DIN をいかに港湾外へ運び出すか（海水交換の促進）が課題として挙げられた。



STEP4 基本方針の決定

「STEP 3 健全化に向けた課題の抽出」⇒

STEP 4
基本方針の決定

⇒ 「STEP 5 健全化に向けた方策」へ

課題を踏まえ、海を“ヘルシー”（再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること）にするために必要な方向性を基本方針として決定する。

なお、個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要である。

【解説】

基本方針は、今後、地域の海をどのように維持・改善していくかの、その骨格となるものであり、地域の海を利用している多様な主体が共通認識を持ち、合意形成を図る必要がある。基本方針の考え方は、課題抽出の考え方と同様であり、あくまで、物質循環自体を健全化することにより、結果的に個々の問題点が持続的・自律的に解決できるような基本方針を決定することが重要である。

しかし、既に深刻な問題が生じている場合には、短期的な方針として、決定することもあり得る。

持続的・自律的な解決に向けた方針としては、方策の実施後、人が大きく手を加えることなく、自然の営みの中で問題点が解決できるような（例えば、過剰な栄養塩類の流入があっても、生物の生息場の確保により、生物を通じて栄養塩類が高次の生物に取り込まれ循環するような）ことであり、短期的な方針としては、浚渫や覆砂など、方策を講じることにより対症的な効果を発揮するが、時間とともに効果が薄れやすいので、合わせて原因療法的な方策を施す必要が生じるような方策が考えられる。

なお、上記のように例えば、現状の科学的な取りまとめを行い、地域の海の課題を積み重ねて練りあげながら基本方針を定める方法もあるし、多様な主体が認識しやすい、「キャッチフレーズ」のような基本方針を定めても良い。また、これらの基本方針を組み合わせ、科学的で分かりやすい基本方針を定めても良い。

ケーススタディ（STEP4 基本方針の決定）

地域の海を“ヘルシー”な状態にするためには、地域の海を利用している多様な主体が共通認識を持ち、合意形成を図る必要がある。そのために、改善の方向性について基本方針を定めることが重要である。

各モデル地域では、検討の初期段階で、物質循環の健全化について既存資料等の情報から想定される基本方針を策定した。検討を進めていくうちに、新たな知見が加わり、基本方針の再検討が行われた。

このような基本方針の決定方法は、課題を積み重ね練りあげていく方法である。
以下に、当初の基本方針と再検討後の基本方針を示す。

●気仙沼湾の基本方針

当初：「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」



検討後：「湾奥部等の底質に由来する過剰な負荷の抑制および底質に蓄積する栄養塩類の利用促進による物質循環健全化」

底質からの溶出試験や栄養塩類の含有量調査を行ったところ、当初の想定通り、底質から栄養塩類が溶出していることがわかってきた。そのため、底質に蓄積している栄養塩類を生物等に有効に利用させ、結果として底質の改善を図る事を基本方針とした。

●播磨灘北東部の基本方針

当初：「冬季の物質循環の滞りを改善することなどして、年間を通し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」



検討後：「陸域・海域の DIN 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」

沖合は貧栄養状態であるということは知られていたが、調査を進めていく過程で、港湾内（埋立地背後の水路部等）には DIN が豊富にあることがわかってきた。そのため、陸側、港湾内の豊富な DIN を沖合に供給することにより、沖合の貧栄養で生態系が細くなっている状況をたく滑らかにすることを基本方針とした。

●三河湾の基本方針

当初：「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」



検討後：「生物の生産力が高い浅海域と河川等から流入する栄養を活かして、多様な生物がそれぞれのネットワークの中で再生産され、その活発な食物連鎖によって栄養が滑らかに循環する豊かな海」

当初、高次の生態系に利用されにくい微小なプランクトンの増加が起因となり貧酸素の発生や上位の生物生産の低下することを想定していた。既存資料の調査等を通じて、過去から現在までの三河湾の環境要素の変遷について整理した所、干潟・浅場・アマモ場が発達し食物連鎖の上位生物がそのような場で生まれ、活発な食物連鎖が物質循環の円滑さを保っていたものと考えられたことから、基本方針の再検討がなされた。

●三津湾の基本方針

当初：「底質環境の改善と基礎生産力の向上による物質循環健全化」

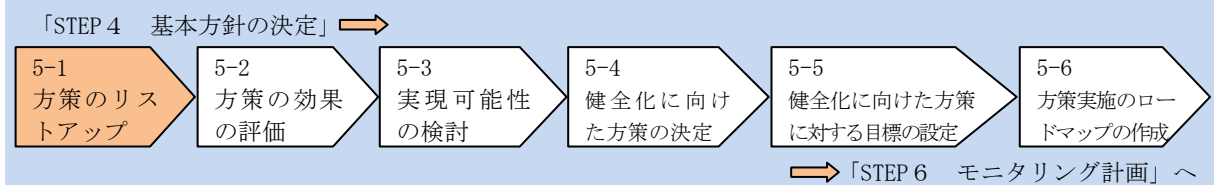


検討後：「三津湾の海域利用と連携した底質環境の改善と基礎生産力の向上による物質循環健全化」

当初、三津湾における障害として、①カキの生育不良（小粒化）、②カキの斃死、③アサリの減少の3点が報告され、底質の悪化による貧酸素化や栄養塩類の不足による基礎生産力の低下が想定された。調査の結果、①陸域からの流入負荷に、大きな変化はみられない、②三津湾の健全化には、主に海域利用と物質循環の関わりや共生の方向性を探ることが、重要な課題と考えられたことから、基本方針である「底質環境の改善」と「基礎生産力の向上」に、海域利用の視点が追加された（検討の途中段階）。

STEP5 健全化に向けた方策

5-1 方策のリストアップ



「STEP 3. 健全化に向けての課題の抽出」の整理結果から、課題の改善策について、基本方針を踏まえた検討を行う。

【解説】

課題に対する改善策については、将来に渡った長期的な循環の仕組みとして改善を目指す方策と、短期的に行う対症療法的な方策に分け、実施のタイムスケールを勘案しリストアップする。

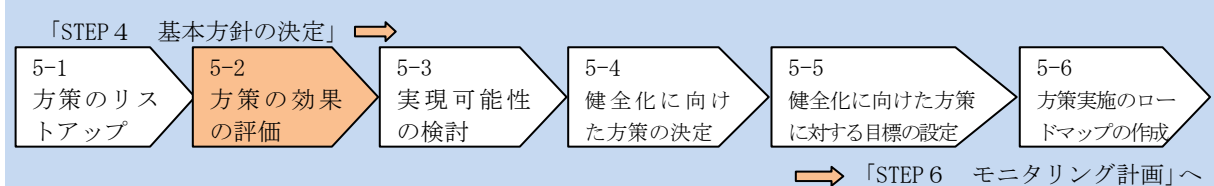
生物を利用した方策などは、その生物の生活史や増殖速度等によって、効果が現れるまで時間を要する場合もある。例えば、干潟の造成により水質浄化機能を向上させる場合には、干潟の造成後に二枚貝やゴカイなどの生物が安定的に棲み付き、増殖するまでの時間が必要となる。

対症療法的な方策としては、貧酸素対策の深堀埋戻しや浚渫などが挙げられ、方策を実施した周辺では、比較的早く効果を発揮するものと考えられる。

なお、短期的な（対症療法的な）環境改善の方策については、「参考 2. 環境改善手法の概要」に参考として記す。

また、浚渫等のハード的な方策もあるが、地域の多様な主体の協力が必要であり、地域の海の現況の情報共有や取り組みに対する協力を得るための「地域懇談会」や「勉強会の開催」など、ソフト的な方策も重要である。

5-2 方策の効果の評価



リストアップした方策について、可能な限り定量的に効果（効果の程度、効果が現れるまでの期間、効果の持続期間）を整理する。

効果についての知見が不透明な場合は、実証試験や数値シミュレーションにより可能な限り効果の程度を把握する。

【解説】

方策の効果については、検討された課題が長期的に持続的・自律的に将来にわたって解決できるような方策を基本として評価することが望ましい。短期的に効果を求めなければならない必要がある場合は、既往の実施事例を参考として、短期的な方策の効果の程度等について把握を行う。

ただし、長期的な効果の予測については、定量的な予測は難しいことから、可能な限り、講じようとする方策の実証試験や数値シミュレーションにより、効果の程度について把握・

予測すべきである。なお、数値シミュレーションを実施しても予測の不確実性があることに留意する必要がある。

①実証試験について

これまで実施例がない新たな方策や、効果や副次的な作用について知見が少ない方策を実施する場合には、現地にて講じようとする方策の実証試験を行い、効果や副次的な作用について知見を得ることにより、本格的な方策を実施するための基礎資料を得ることができる。

また、シミュレーションでは表現しきれない実際の海の状況を把握することが可能となる。

現地で実証試験を行う際には、各種法令等を遵守する必要がある。また、地域の関係者（漁業団体等）の同意を得ておくことも重要である。

試験結果には、実証試験内容による海域の変化（効果）に加えて、自然条件の変動による変化も加わっている。実証試験による効果を検証する際には、事前の自然変動の範囲や変化の傾向をよく把握しておくとともに、実証試験の影響が及ばない場所に対照区を設け、統計的に比較できるようにする必要がある。

また、これまで用いたことがない材料等を使用する場合には海域にマイナスの影響をあたえることも想定されるため、環境省の環境技術実証事業（ETV 事業）で実証された材料等を用いることが望ましい。ETV 事業の詳細については、以下の URL を参照されたい。

「環境省環境技術実証事業ホームページ：<http://www.env.go.jp/policy/etv/>」

②数値シミュレーションを実施する場合の主な留意点

数値シミュレーションを実施する利点は、大規模な施策を講じた定量的な効果をコンピュータ上で簡便に把握できる点にある。また、現地観測では得ることが難しい長期に渡る時系列な変化や面的な変化を任意の時間・断面で可視化できることも、方策の効果を検討する上で有用となる。

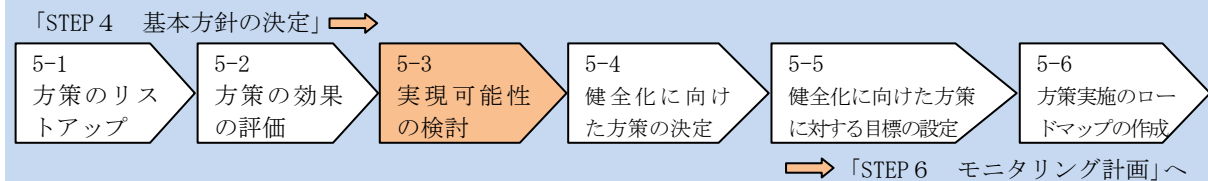
このような数値シミュレーションを行う際には、着目すべき現象を考慮し、モデルの簡略化や精緻化を行い、地域の海域の特徴に応じたモデルを作る必要がある。

例えば、三河湾では、高次の生態系に栄養塩類が循環しない原因として、微小プランクトンが物質循環に与えている影響を把握する必要があるが生じた。これに着目するため、図 II-5 のように微小な動植物プランクトンについてもモデルに組み込み精緻化を行っている。

また、底質環境の悪化が問題となっている海域では、有機物の沈降と、底質からの溶出を要素として把握する必要がある。このような場合には、図 II-6 のような底質と水質間の物質循環部分について精緻化を検討するとよい。

ただし、現状の数値シミュレーションでは、不確実性が大きいいため高次の生物も含めた物質循環のストックとフローをすべて再現できるわけではないことに留意する必要があり、着目した物質循環の要素（プランクトンの量等）について、パラメータを複数変えて計算を行うなど、感度解析的な手法により、予測の幅も考慮した検討も必要である。

5-3 実現可能性の検討



リストアップされた方策について、実現可能性の検討を行う。実現可能性の検討に際しては、経済面（初期費用、維持管理費用）、環境面、法制面に加えて地域の関係者の合意の見込みも考慮した検討を行う必要がある。

【解説】

リストアップした方策について、実際に実行可能であるか、多面的に検討を行う必要がある。

経済面については、例えば環境省の環境技術実証事業 (<http://www.env.go.jp/policy/etv/>) や国土交通省の新技术情報提供システム (<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>) では、対策に係る費用について記載されており、費用の概算を見積る際に参考とできる。

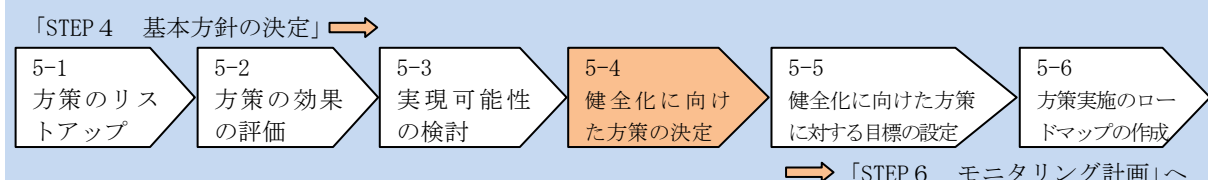
環境面については、目的とする物質循環の健全化に係る効果のみでなく、対策を講じた場合に副次的な影響が生じないか検討を行う必要がある。

法制面については、方策を講じる際に遵守すべき各種規制や必要な許可・届出がどのようなものがあるか把握しておく必要がある。主な法令等については、「参考 1. 物質循環の健全化に係る主な関係法令」に参考として記した。

実際の合意形成にあたっては、特に海を直接的に利用している漁業者等にとっては、直接生活に関わる問題でもあることから、ヒアリングの実施、地域懇談会や勉強会等を通じて意見を収集する必要がある。ただし、特定の事業者にのみ有益となる方策ではなく、地域の海にとって有益となる方策が実現できるように合意形成を図ることが望ましい。

なお、他の地域で同様な方策を実施している場合には、**それらの取りまとめ成果が参考となり得る。** また、方策を実施する際の関係者（**漁業者、NPO 等**）への留意点などをヒアリングし検討をしておくといよい。

5-4 健全化に向けた実施方策の決定



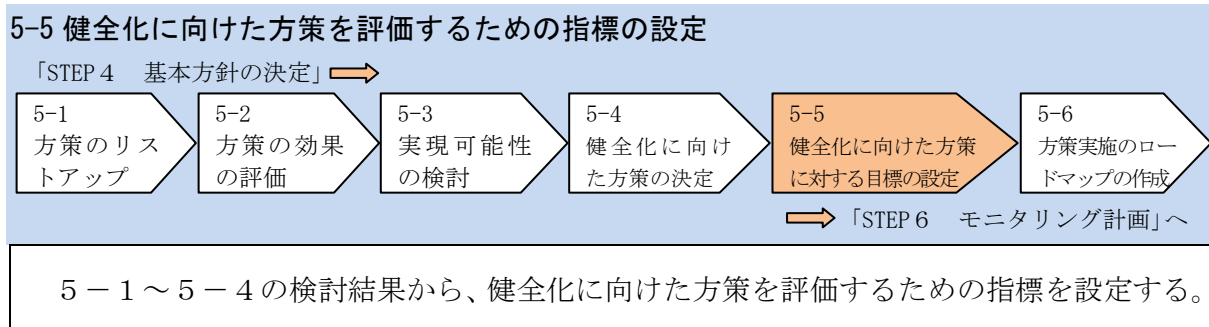
5-1～5-3の検討結果から、効果的な方策や組み合わせを総合的に判断し、採用する実施方策を決定する。

【解説】

実施方策については、短期的な対症療法的に実行可能なものもあれば、長期的に実行していくものもあるため、どの実施方策から実行していくか検討を行う。

検討した実施方策において同程度の実施可能性が示され、同時には実行できない場合には、実施順位をつけておく必要がある。

この時の実施順位は効果の発現見込み（即効性が必要か、持続性が必要か、副次的効果にも考慮）や施工の行いやすさ、合意形成のしやすさ等も考慮し総合的に判断し選定する。



【解説】

健全化に向けた実施方策が決定したところで、実施方策の効果を確認するための指標を設定する。

設定する指標は、方策実施後にモニタリングを行い、その結果を踏まえ方策の効果の程度を評価できるものとする。そのため、できる限り数値目標を設定すべきである。もし、数値目標が設定できない場合には、「現状より増加させる」、「現状より減少させる」といった定性的な比較によってでもよいが、その場合には、追加的に時間的な目標（〇年後まで等）を加える等工夫すべきである。

健全性の指標は、海域によって、また生じている不具合によって様々なものが考えられ、ここまでの検討で解明してきた物質循環の状況に応じた指標を選定する。

以下に、指標の考え方や例を参考として示す。

① 健全性を評価するための指標の考え方

海域で生物の再生産が行われるためには、産卵場、採餌場、生息・生育場といった生物が生きていくために必要な「場」や、栄養塩類、餌生物といった生物が成長するために必要な「要素」が適切に存在し、生物が生息可能な水質（貧酸素水塊や硫化水素等生物にとって有害な物質が発生しないなど）であることが必要である。

このような「場」や「要素」の繋がり（循環）のイメージを図 II-10 に示した（再掲）。

海の生物の成長の元となる栄養塩類は、河川や潮流によって流入し海藻草類や植物プランクトンに取り込まれる。これらは高次の動物（動物プランクトンや魚介類）に摂食・捕食され、魚介類や海藻類は我々の食料等として、陸域に取り上げられる。陸域に取り上げられたこれら生物は、**窒素やりん**という形に再び姿を変え、河川や下水を通じて海域に戻っていく。

このような陸域・海域を通じた物質循環の中で、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組み」が十分に機能する必要がある。

また、陸域・海域を通じた物理的な輸送による物質循環に加え、干潟内で植物プランクトンを二枚貝が摂食し、栄養塩類として再び海水に戻したり、植物プランクトンの死骸が沈降し、ベントスやバクテリア等により分解されたりといった海域の場に応じた生物・化学的な物質循環についても循環が健全に機能する必要がある。

このような、一連の物質循環の過程の中から、健全性の指標を選定する。

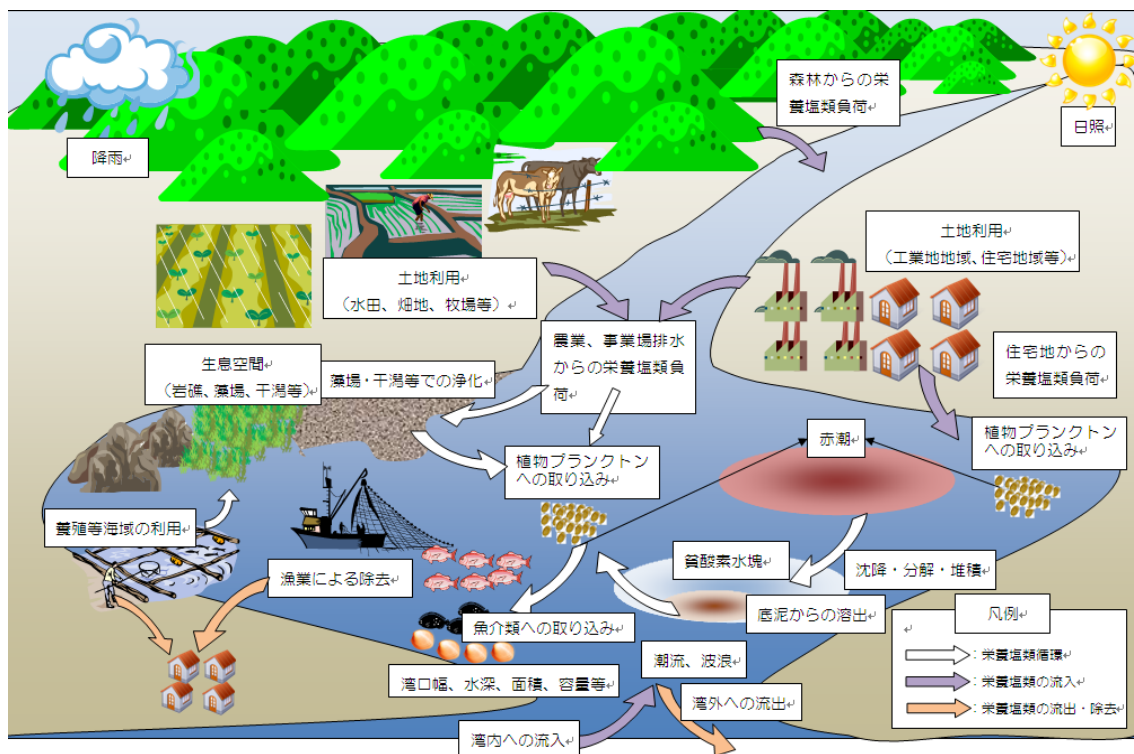


図 II-10 陸域・海域を通じた物質循環のイメージ

② 健全性を評価するための指標について

陸域・海域を通じた物質循環と海域の場に応じた物質循環が滞りなく、持続的である場合は、循環バランスが取れており、海の仕組みが健全に機能していると考えられる。

これとは逆に、陸域や外海から流入する栄養塩類が不足し、動植物の成長が鈍化（生態系が細くなったり）したり、富栄養化により貧酸素水塊や硫化水素の発生による動物の死亡や藻場・干潟といった生物の生息・生育場の喪失により、繋がり（循環）が細く途切れてしまうような状態であれば、栄養塩類の循環バランスが崩れ、生物の再生産に影響を及ぼすおそれがあり、海の仕組みが不健全になっていると考えられる。

このような循環を説明するために必要な「要素」には、時間的な変化や要素間の移動等の「フロー」的な要素と、濃度や量といった「ストック」的な要素があり、このような要素が健全性を表すための「指標」となると考えられる。

そこで、このような流域を含む閉鎖性海域における循環を科学的な観点から捉え、①物質を運ぶ視点、②質を変える視点、③生物が利用する視点の3つの視点に分けて、どのような指標が考えられるかを図 II-11 に示す。

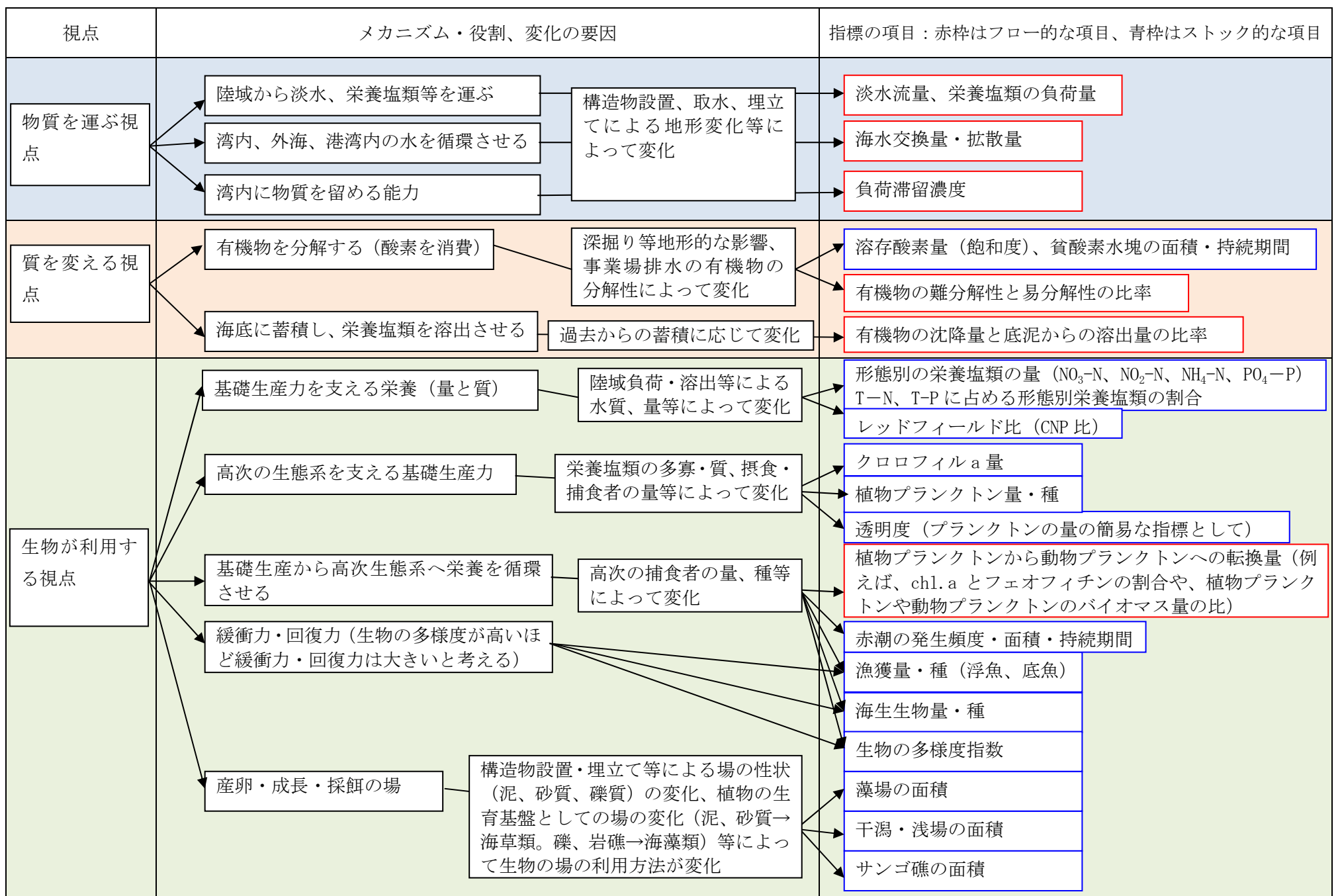


図 II-11 3つの視点と指標の項目

③ 指標の考え方

図 II-11 に科学的観点からの指標候補を示したが、海域にあった指標を考える際には、その海域で生じている問題点そのものに着目する必要性や、評価のためのデータの入手の容易さ等を考慮する必要がある。

例えば、環境上に明確な変化が生じている場合は、環境の質そのものを指標とする必要もあると考えられるし、物質循環のバランスの崩れが明確な場合は着目した事象のストックとフローを指標とすることも考えられる。

また、海域での不具合は見当たらないが、地域の海の物質循環の現況を把握したいために検討した結果、物質循環のバランスの崩れが不明確だった場合は、容易に収集可能な情報から指標を設定する必要がある（表 II-5）。

表 II-6 には、各指標のデータの入手の容易性を示した。ただし、データの入手の容易性と解析の容易性は異なることに留意する必要がある。

例えば、漁獲量のデータは入手しやすいが、漁獲量は漁法や機械の性能、従事者等によって変化する。また、資源量と漁獲量に必ずしも相関があるわけではないことから、データ入手後の解析については、検討を要することに留意する必要がある。

表 II-5 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	指標の考え方
環境上の明確な影響が現れている場合 (貧酸素、底質の悪化、生物の減少など)	影響そのものの指標の絶対値(量) (貧酸素水塊の面積・持続時間、漁獲量・種など)
物質循環のバランスの崩れが不明確な場合 (既存データがあまりないなど)	収集可能な情報を基に時系列的な変化を見る (漁獲量の長期的な変化など)
物質循環のバランスの崩れが明確な場合 (一次生産量の低下、増加など)	着目した事象のストックとフローの状態を見る (レッドフィールド比※(CNP比)、植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量など)
物質循環のバランスの崩れの予兆を見る場合 (N、P、クロロフィル a の比率など)	現時点では、物質循環のバランスの崩れは明瞭ではないが、バランスが崩れる予兆を把握する (N、P は減少しているのに、クロロフィル a は増加し、比率が変化しつつあるなど)

※植物プランクトンが取り込む炭素(C)と窒素(N)とリン(P)の比率であり、C:N:P=106:16:1となる。

表 II-6(1) 各指標のデータの入手の容易性

視点	指標の候補	データの入手の容易性 (○：入手しやすい、△：入手しにくい)
物質を運ぶ視点	淡水流量	○：流量年表や水文調査データベース等から把握できる。 事業場については、個別のヒアリングが必要。
	栄養塩類の負荷量	○：河川については河川部局資料から把握できる 事業場については、個別のヒアリングが必要。
	海水交換量・拡散量	△：湾口の流量観測、湾内外の塩分観測結果があれば計算可能。また、数値シミュレーションを行えば、拡散の様子も把握可能。
	負荷滞留濃度	○：負荷量、湾の容積、河川流量、塩分が分かれば計算可能。 公共用水域水質測定結果、海図、流量年表、JODC データ等からデータを得られる。 (算出方法は、「海の健康診断」を参照 http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2001/00796/contents/00013.htm)
質を変える視点	溶存酸素量(飽和度)	○：公共用水域水質測定結果や浅海定線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。ただし、データの解析には、測定層に留意する必要がある
	有機物の沈降量と底泥からの栄養塩類の溶出量の比率	△：現地試験が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。
	有機物の難分解性と易分解性の比率	△：既存資料からは入手が難しい。現地調査が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。 (代替指標：下水道、事業所等の排水処理施設において生物処理された排水は生物が利用しにくい難分解性有機物の割合が増えている可能性があり、排水処理量の変遷も一つの目安と考えられる。)
生物が利用する視点	形態別の栄養塩類の量 (NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P)	○：公共用水域水質測定結果や浅海定線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 ただし、形態別の窒素、りんは調査されていない場合も多い。 (公共用水域水質測定の際に、形態別の窒素、りんの分析も行くと、地域の海の状態を把握する際に今後参考となる。)
	レッドフィールド比 (CNP比)	○：公共用水域水質測定結果や浅海定線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 (N:Pはモル比で16:1、重量比では約7:1)

表 II-6(2) 各指標のデータの入手の容易性

視点	指標の候補	データの入手の容易性 (○：入手しやすい、△：入手しにくい)
生物が利用する視点	植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量	△：実海域での測定は困難であり、数値シミュレーションにより解析する必要がある。 (代替指標：植物プランクトン量と動物プランクトン量の比率も一つの目安となる。植物プランクトン量/動物プランクトン量が大きくなると高次へと栄養塩類が循環しなくなっている可能性がある。)
	クロロフィル a 量	○：公共用水域水質測定結果や浅海定線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 (三河湾のような、微小な植物プランクトンの状態も把握する必要がある場合には、サイズ別のクロロフィル a 量を分析しておくが良い)
	植物プランクトン量・種	△：現地調査が必要となる。地域によっては浅海定線調査で調査している場合もある。(代替指標：量については、クロロフィル a 量が一つの目安となる)
	透明度	○：公共用水域水質測定結果や浅海定線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。
	藻場・干潟サンゴ礁の面積	○：自然環境保全基礎調査や航空写真等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。
	生物の種類数・生息量・漁獲量・種(浮魚、底魚、プランクトン食、魚食等)	○：生物に関する統計的な資料は少ないことから、生物の再生産が行われているか見るための指標の一つとして、漁獲量・種を考える。漁獲量・種は農林水産統計年報等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。また、浮魚と底魚に分けた指標とすることで、底層と表層のどちらの環境が悪化しているのか把握する目安となる。さらに、食性別に種類を時系列的に集計することで、食物連鎖の変化の過程を把握する目安となる。 漁獲対象種以外の種については、干潟や藻場の生物については自然環境保全基礎調査等により把握できる場合もある。
	生物の多様度指数	△：漁獲対象種以外の種については、現地調査が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。 (常に海に接している漁業者等へのヒアリング等により、最近見かけなくなった生物種の情報も収集することも考えられる)
	赤潮の発生頻度・面積・持続期間	○：水産部局の調査結果より得られ、過去からの変遷も把握しやすい。

④ タイプ別の指標の考え方の例

以上のような、着目すべき問題やデータの入手のしやすさ等の考え方に基づいた指標としては、表 II-7 のような例が考えられる。

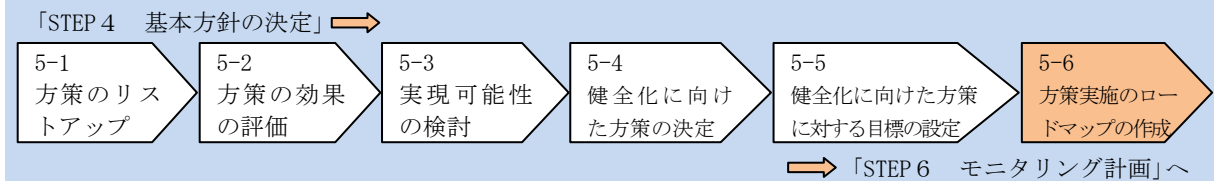
表 II-7(1) 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	視点	指標：目標の考え方の例
①環境上の明確な影響が現れている場合 ・底質悪化に起因して貧酸素や赤潮が生じているような海域	・質を変える視点 ・生物が利用する視点	・溶存酸素量（飽和度）：夏季に貧酸素（4mg/L）が生じないようにする ・貧酸素水塊の面積・持続期間：前年までの値より、縮小させる ・赤潮の発生頻度・面積・持続期間：漁業被害が生じない程度の発生頻度・面積・持続期間を目指す など
②物質循環のバランスの崩れが不明確な場合 （既存資料があまりない場合）	生物が利用する視点	・（既存資料が得られるデータから）：（漁獲のデータがあれば）漁獲量の向上を目指す など
③物質循環のバランスの崩れが明確な場合 ・場所により栄養塩類の偏りがある場合	物質を運ぶ視点	・海水交換量・拡散量：港湾内の滞留部の海水交換量を増大させる など
・底質の有機物の分解のため貧酸素が生じている場合。	質を変える視点	・有機物の沈降量と底泥からの溶出量の比率 など
・基礎生産力が弱くなっている （植物プランクトンが減っている）場合	生物が利用する視点	・クロロフィル a 量、植物プランクトン量 ・魚介類に影響を及ぼすような有害赤潮が発生しない程度にクロロフィル a 量や植物プランクトン量を増加させる など
・一次生産者から高次の生態系に物質が循環しない場合	生物が利用する視点	・植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量：現在より転換量を向上させる など
・海の生産力が弱くなっている （漁獲量・種が減っている）場合	生物が利用する視点	・漁獲量・種（浮魚、底魚）：漁獲量の向上を目指す ・（元来あった場に合わせて）藻場・干潟・磯場等の面積：生物の再生産に重要な役割を果たす場の面積を増大させる。 など

表 II-7(2) 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	視点	指標：目標の考え方の例
<p>④物質循環のバランスの崩れの予兆を見る場合</p> <p>・河川からの出水の状況が変化し始めていないか (物理的なバランスの崩れを見る指標)</p>	<p>物質を運ぶ視点</p>	<p>・出水時の流量が平滑化していないか。</p> <p>・出水後の濁りが長期化する等の変化がないか。 (1960年代に河川内に人工構造物が設置されたことによって、出水による攪乱頻度が減少しており、一時的ではあるがエスチュアリー循環の低下も考えられる。「三河湾地域検討委員会資料(環境省、2010年)」など</p>
<p>・水質のバランスが変化し始めていないか (栄養のバランスの崩れを見る指標)</p>	<p>質を変える視点</p>	<p>・陸域からのN、Pの負荷が減少していたり、海水中のN、Pの濃度が減少しているにも関わらずクロロフィルaが上昇していないか。また、クロロフィルaが増加しているのに、フェオフィチンは減少していないか。 (三河湾では、N、Pともに低下傾向であるが、クロロフィルaは増加傾向にあり、フェオフィチンは減少している「三河湾の貧酸素水塊発生抑制に向けて～豊饒な宝の海を取り戻すために～」(伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会、2011)) など</p>
<p>・プランクトンの発生状況が変化し始めていないか。 (生態系のバランスの崩れ、栄養塩類や水温等の変化を見る指標)</p>	<p>生物が利用する視点</p>	<p>・通常、春季にプランクトンのブルームが発生するが、春季以外にもブルームが発生するようになっていないか。 (長良川河口域周辺では、クロロフィルaの観測値が冬期に最大となる場合が生じている。生態系モデル等により植物プランクトンの増殖予測が行われているが、その要因やメカニズムについては未知の部分が多い。「木曾川及び長良川河口域における冬期の植物プランクトン変動機構の解析」(港湾空港技術研究所資料No.1066、2003)) など</p>
<p>・魚類の出現種・量が変化し始めていないか (生態系のバランスの崩れを見る指標)</p>	<p>生物が利用する視点</p>	<p>・プランクトン食の魚類などが異常に増加し湾内の物質循環に影響を与えていないか。 (三河湾1980年代に異常にマイワシの漁獲量が高くなっている。その後は急に採れなくなってしまった。「三河湾地域検討委員会資料(環境省、2011年)」)</p> <p>・外来種(本来その海にいない種)で上位の種が出現し始めていないか。 (有明海や瀬戸内海でのナルトビエイの出現。「水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測」(水産総合研究センター))</p> <p>・環境の変化に敏感な種が減少していないか。 (東京湾では、イシガレイが干潟の消失と共に漁獲量が減少している。干潟～浅場がないと生活史が完結しないためとされている。「自然共生型流域圏・都市の再生 資料集(Ⅲ)水域生態系モデルを活用した水循環政策評価」(国土技術政策総合研究所資料、No.300、2006)) など</p>
<p>・貝類の斃死が見られ始めていないか (生態系のバランスの崩れを見る指標)</p>	<p>生物が利用する視点</p>	<p>・特に秋季～冬季にかけてアサリなどの貝類の斃死が発生していないか。 (千葉県盤洲干潟では冬季にアサリが死亡。原因として冬季の餌料不足と秋季から冬季にかけての温暖化による水温上昇等が挙げられている。「干潟生産力改善のためのガイドライン」(水産庁、2008年)) など</p>

5-6 方策実施のロードマップの作成



検討した健全化に向けた方策を実行するうえでの、役割とスケジュール（誰が、いつ、どこで、何をするのか）を設定する。

【解説】

方策が決定したら、実行する組織・人を明確にし、それぞれ、いつまでに、どこで、何を実施するのかを具体的に明示する必要がある。

①役割の設定

役割を決定する際には、関係者が意見交換できるような地域懇談会や協議会のような場を設けることで合意形成を図ることが重要である。

物質循環の健全化は、実施する方策の内容によっては、陸域・海域の関係者の参画が必要となる場合があり、講じる方策や規模等に応じて、多様な主体が協働して進める必要がある。特に、海を利用してその恩恵を受けている関係者は、持続的に恩恵を受け続けていくためにも、主体として参画が望まれる。

参画する主体は、水環境に直接的に関わる人のみでなく、間接的に関わりがある人も必要である。例えば、森からの栄養を海で必要とする場合、森林保全の関係者や土地利用計画の関係者も必要となる場合がある。

海域のヘルシープランの策定から方策実施までの全体のフロー（PDCA サイクル）を図 II-1 に示したが、それぞれの段階で各主体に望まれる役割の概要を表 II-8 に示す。

②スケジュールの設定

役割が決まったところで、方策実施のスケジュールを決定する必要がある。

「5-2 方策の効果の評価」において検討を行った「方策の効果が現れるまでの期間」や「効果の持続期間」を参考として、方策実施のスケジュールを決定する。

表 II-8 望まれる役割

段階	国	地方自治体	研究者	住民・NPO・NGO	漁業者	企業
1. 現状把握	各種モニタリングの実施・結果の公表			海の様子の変化、種の変化の確認	海の様子の変化、漁獲量・種の変化の確認	排水量・質等の結果の公表
2. 問題点の抽出	環境の変化、生物、水質、漁獲等の変化の確認や地域からの環境等の改善要望等を公表			海や川等の変化について地元の意見を提示		
3. 健全化に向けての課題の抽出	必要に応じた現地調査や数値シミュレーションの実施。不具合、 問題点 の究明・課題の抽出			海が昔と違って変化してきた点等、地域の海 に対する 気づきを提示		
4. 基本方針の決定	地域の海が目指すべき健全化の方向性について協議					
5. 健全化に向けた方策	方策の 環境面・経済面 ・法制面等の検討		方策の環境面の検討	方策の環境面・社会面の検討（地域の合意形成、NPO・NGOや漁業者等が既に行っている方策との連携）、企業で行える方策の検討		
6. モニタリング計画	モニタリング項目、地点、頻度等の検討					
方策の実施	・健全化計画を事業として位置付け ・方策の実施		方策実施への協力			
モニタリング実施	モニタリングの実施		モニタリングへの協力			
海域のヘルシープラン改善	方策実施効果の検証			方策実施後の海が変化してきた点等、気づきを提示		

コラム

海域の保全について多様な主体により取組みが進められている一例としては、自然再生推進法に基づき設置された「石西礁湖自然再生協議会」が挙げられる。

この協議会では、取組み（方策）のリストアップを行い、協議会の参加者全員に、「自ら行える取組み」と、「他の主体に行ってほしい取組み」のアンケートを行い、協議会員が果たす役割について、実施する取組みごとに、「個人」、「団体・法人」、「地方公共団体」、「国の機関」の4つに大別して、誰が、何を行うのか星取表の形で整理されている。

取組	個人		団体・法人		地方公共団体			国の機関					
	専門家	一般	漁業関係	観光関係	調査研究・保全関係	コンサルタント関係	沖縄県	石垣市	竹富町	沖縄総合事務局	林野庁	海上保安庁	環境省
1) オニヒトデ等による食害及び病気への対応	●	●	●	●									●
2) 赤土等流出防止対策	●				●	●	●	●	●	●			
3) 排水等対策	●	●	●		●	●	●	●	●				
4) 水産資源管理の推進	●		●		●	●	●						
5) 観光手法の改善	●	●	●		●	●	●	●	●				

出典：石西礁湖自然再生全体構想（石西礁湖自然再生協議会、2007年）より抜粋
 図 役割についての取りまとめ例

ケーススタディ (STEP 5 健全化に向けた方策)

基本方針が定まったところで、具体的な健全化に向けた方策の検討を行う。方策については、①方策のリストアップ、②方策の効果の評価、③実現可能性の検討を行い、④方策の決定を行う。また、講じた方策が効果を発揮していることの確認も重要であり、⑤方策を評価するための指標の設定を行い、方策をいつまでに行うか役割やスケジュールなどの⑥ロードマップを作成する。

●播磨灘北東部での例

播磨灘北東部では、DIN の港湾域と沖合の偏りの改善に向けた検討が行われ、以下の A～G の 7 つの方策の検討がなされ、各方策の評価と実施の際の問題点等を整理している。

このような整理を行い、A～C の 3 案を方策として選定している。

対策名 【①：港湾奥部の滞留域における DIN 濃度の高止まり、夏季の底層の貧酸素対策化、 ②：沿岸～沖合域での DIN 濃度の低下】	
特徴	課題、問題点
A:加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転【②】	
<ul style="list-style-type: none"> 冬季に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。 平成 20 年度より既の実施されている。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。 瀬戸内海環境保全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。
B: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。
C:海水交換防波堤（遊水室型）の設置【①、②】	
<ul style="list-style-type: none"> 港湾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。港湾内から港湾外へ高い DIN 濃度の水塊の供給が期待される。 	<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。
D: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窒素を拡散させる。 港湾奥部に排水している民間事業場の排水を港湾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 DIN 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費用的に難しい。 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 DIN 濃度が減少する可能性がある。
E:民間事業場の排水の窒素・りん濃度の増加【②】	
<ul style="list-style-type: none"> 臨海部に位置する民間事業場の排水の DIN 濃度を増やすことにより、海域の DIN 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 DIN 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。
F: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 DIN 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。
G:ため池の池干し・海底耕耘【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。 海底耕耘により底泥中の栄養分の供給と底質の改善が期待される。 池干し、海底耕耘ともに社会的意義が大きいと言われる。 	<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。 海底耕耘の実施は底質環境を考慮して実施する必要がある。

●三河湾での例

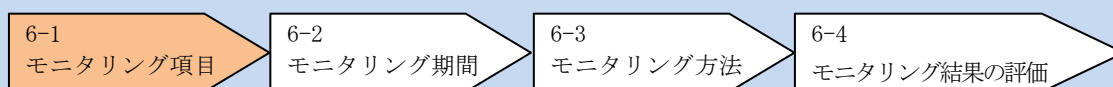
三河湾では、改善方策を①生物活用アプローチ、②社会的アプローチ、③応急的アプローチの3つに分類し、それぞれの方策の実効性（効果があるか？）、実行性（実施できるか？）、副作用（注意点は何か？）について検討が行われ、◎、○、△に分け、定性的な比較を行っている。

分類	アプローチの考え方		実施イメージ	抽出条件			
				実効性	実行性	副作用等	
生物活用アプローチ	湾内の生物ネットワークを高める※1	生息空間	生息空間を保全する※2	沿岸の生物生息場を保全する	◎ 効果あり	○ 実績あり	特になし
			生息空間を再生する※2	沿岸の生物生息場を再生する	◎ 効果あり	○ 実績あり	特になし
		餌条件 (食物連鎖効率性の向上)	生物に必要な適切な一次生産を起こす	適切な質や量の栄養を供給する	○ 効果期待	△ 実績なし	適切量の見極め必要
			栄養を生物生息空間に集中させる	河川水をより干潟等に流れ込むような構造物を設置する	△ 現実的な効果不明	△ 実績なし	周辺干潟の変化懸念
			より多くの一次生産を食物連鎖で利用する	在来生物を条件の良い場所に移動する	◎ 効果あり	○ 実績あり	特になし
				様々なサイズのプランクトンを取り上げる生物を増やす	○ 効果期待	△ 生物の知見少	特になし
		生息環境	沈降する栄養を減少させる	沿岸の生物生息場を再生する(※2と同様)			
				地形改変等で海水交換を向上させる	○ 効果大	△ 実績なし	本来の生態系の変化
			貧酸素水を減少させる	貧酸素水発生要因となる地形を改善する	◎ 効果あり	○ 実績あり	特になし
				直接酸素を供給する	△ 効果小	○ 試験あり	特になし
	栄養を海底に閉じこめる	△ 深い場所：効果小	○ 実績あり	特になし			
		その他	新たに生物を導入する	△ 効果少	○ 実績あり	放流種注意	
	栄養を多く取り出す	生物を取り出す	生物を増やす(※1と同様)				
潮干狩場等を増やす(※2と同様)							
社会的アプローチ	三河湾サポーターを増やす	干潟の素晴らしさを体感してもらう	干潟のゴミを減らす	○	○ 実績あり	特になし	
			干潟をフィールドにした環境教育を推進する	○	○ 実績あり	特になし	
		魚食の素晴らしさを体感してもらう	料理教室や試食会を実施する	○	○ 実績あり	特になし	
			魚食を含めた観光を推進する	○	○ 実績あり	特になし	
		生物の豊かさを体感してもらう	スナメリ等の親近感がある生物を人々に観察してもらう	○	○ 実績あり	特になし	
		三河湾の現状を詳しく知ってもらう	三河湾の現状をまとめた映像を作成して啓発活動を行う	○	○ 実績あり	特になし	
応急的アプローチ	直接栄養を取り出す		海底に溜まった有機物を物理的に除去する	△ 効果少	○ 実績あり	水深増→貧酸素助長	
	栄養供給を減らす		栄養が極度に蓄積する場所への栄養供給を抑制する	○ 効果期待	○ 実績あり	適切量検討必要	

STEP6 方策の実施状況や効果等を確認するためのモニタリング計画

6-1 モニタリング項目

「STEP 5 健全化に向けた方策」⇒



⇒「STEP 7 海域のヘルシープランの改善 (順応的管理)」へ

物質循環の健全化に向けた方策は講じるだけでなく、効果が現れているか、副次的な影響が生じていないかモニタリングを行う必要がある。

また、方策の実施状況についても把握する必要がある。

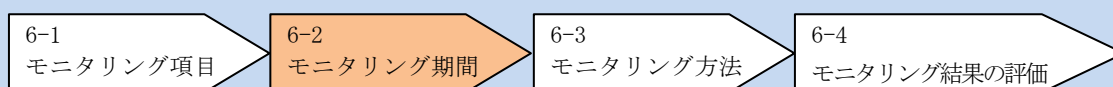
【解説】

方策の実施効果についてはモニタリングを行い確認する必要がある。モニタリングを行う項目は、「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等をモニタリング項目の基本とする。

また、方策の実施状況についても把握しておく必要があり、「5-6 方策実施のロードマップの作成」で役割が決定した主体にヒアリング等を行い、方策の実施状況についても把握する。

6-2 モニタリング期間

「STEP 5 健全化に向けた方策」⇒



⇒「STEP 7 海域のヘルシープランの改善 (順応的管理)」へ

5-2の方策の効果の評価の中で検討された、効果が現れるまでの期間、効果の持続期間を参考としモニタリング期間を決定する。

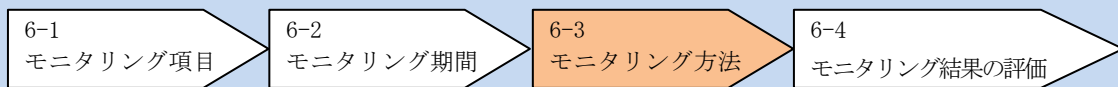
【解説】

方策の基本的な考え方としては、一時的に効果を発揮するものではなく、持続的・自律的に将来にわたって解決できるような方策が望ましいことから、モニタリングは講じた方策の効果が安定するまで継続することが望ましい。

また、短期的な効果を期待する方策（例えば、覆砂による溶出の削減等）については、既存事例等から効果の継続期間が把握出来れば、モニタリングを行う概ねの期間を見積もることができる。

6-3 モニタリング方法

「STEP 5 健全化に向けた方策」→



→「STEP 7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）」へ

既存資料の調査や関係機関へのヒアリングにより対策の効果が現れているか把握する。現地調査が可能であれば行うことが望ましい。

【解説】

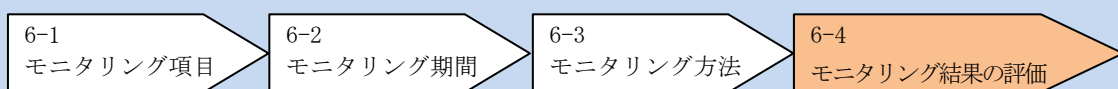
「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等について、効果の程度について把握する。

基本的には、公共用水域水質測定結果、浅海定線調査、漁獲量調査等の既存資料から効果の程度を把握できれば、現地調査を実施する必要がなく、簡易で予算的にもモニタリングを行いやすいが、このような既存資料がない場合には、漁業者等海の状況を良く知っている関係者や水産試験場等の関係機関へのヒアリングを通じて効果の程度について定性的に把握する事もできる。

既存資料やヒアリングにより情報を得られない場合には、必要に応じて現地調査を行い確認する。また、公共用水域水質測定や浅海定線調査等で調査を行っている分析項目に加えて、設定した指標等も合わせて分析を行うことが出来れば、別途独自に調査を行うのに比べて、効率的であり、継続的にデータを得ることもできる。

6-4 モニタリング結果の評価

「STEP 5 健全化に向けた方策」→



→「STEP 7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）」へ

モニタリングの結果から実施した方策により、期待した通りの効果をもたらしているか評価を行う。

【解説】

「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等にモニタリング結果が近付いているか検討を行う。

ただし、モニタリング結果には、方策実施の効果による環境の変化に加えて、自然変動による変化や流域や周辺海域の人為的な利用環境の変化による影響も加わる。そのため、効果を評価する際には、過去の自然変動の範囲や傾向を把握するとともに、流域や周辺海域の状況も勘案した上で、検討を行う必要がある。

ケーススタディ (STEP6 モニタリング計画)

物質循環の健全化に向けた方策実施後は、方策の効果が現れているか、副次的な影響が生じていないか等のモニタリングを行う必要があり、モニタリング計画を決定しておく必要がある。

●播磨灘北東部での例

播磨灘北東部では、講じる方策ごとにモニタリングの方法を設定している。

モニタリングの設定には、いつ?、どこで?、だれが?、何をする?という4つの事項について検討されている。

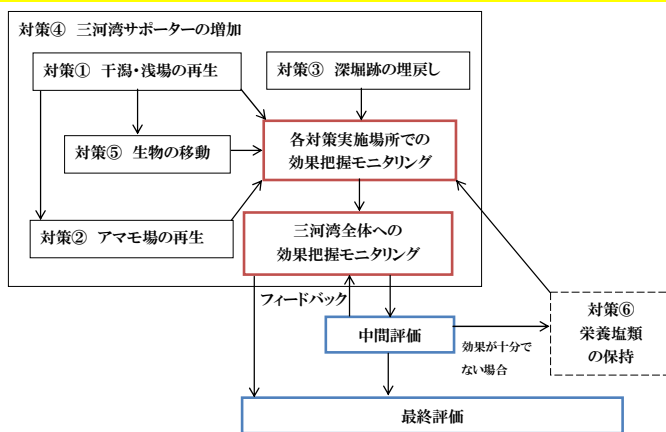
いつ? (実施時期・時間) やどこで? (調査地点) の視点については、潮汐を考慮したり、数値シミュレーション実施結果を参考にして、方策の効果が及ぶ海域の範囲等を把握した上で決定し、具体的な調査地点、調査層まで検討を行っている。

調査項目は DIN の偏在化を改善するという観点から窒素関連項目 (全窒素、アンモニア性窒素、硝酸・亜硝酸性窒素、溶存有機態窒素) のモニタリングを実施することとされている。

●三河湾での例

三河湾では、下図のような方策を検討しており、方策実施場所の局所的な効果を見つつ、湾全体への効果についてモニタリングする計画を検討されている。

モニタリングの期間は、主な生物が複数世代を繰り返すと考えられる5年程度で中間的に評価を行い、最終的には10年程度で最終評価をすることとしている。



評価対象域	調査項目	調査の留意点	該当プラン					
			①	②	③	⑤	⑥	
施策実施場所	底生生物		○	○		○		
	魚介類	稚魚の出現状況も含む	○	○		○		
	底質 (硫化物)				○			
	溶存酸素量	連続測定が必要			○			
	栄養塩類						○	
	植物プランクトン 動物プランクトン	ピコ・ナノサイズも含む					○ ○	
三河湾全体	底生生物		○					
	魚介類	稚魚の出現状況も含む						
	栄養塩の沈降・溶出量							
	溶存酸素量	連続測定が必要 (愛知県水産試験場による観測ブイ調査結果も使用)						

STEP7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）

「STEP 6 モニタリング計画」 →

STEP 7
海域のヘルシープランの改善
(順応的管理)

「STEP 1～7の検討結果を「海域のヘルシープラン」として取りまとめ

モニタリングの結果等からヘルシープランの改善の必要性について検討を行う。

モニタリングの結果等から期待した効果が現れていない場合には、その原因について検討し、検討結果を踏まえて必要な措置を講じる。

【解説】

方策を講じたが期待した効果が現れていない場合は、「STEP 3. 健全化に向けての課題の抽出」で課題の抽出の際に検討した関連図や数値シミュレーションの結果に誤りがある可能性もあるため、再検討を行う必要がある。また、関連図等に誤りがなかった場合には、講じた方策そのものの実施方法に問題がなかったか、確認を行う。

また、これらの検討を通じて、新たな課題（方策を講じたことによる副次的な影響等）が把握された場合も、再度ヘルシープランの検討を行う必要がある。

一方、期待した通りの効果が現れ、海域の物質循環の健全化が図られてきた場合には、モニタリングを続けながら、方策の効果を維持していく必要がある。

このように、実施した方策について、効果が現れているか、副次的な影響が発生していないか等を確認しながら、PDCA サイクル（PLAN（計画）-DO（実行）-CHECK（確認）-ACTION（改善））を回すような順応的管理を行う必要がある（図 II-12）。

なお、順応的管理を行うためには、科学的知見に基づき検討を行う必要があり、研究者等の研究成果を取り入れながら、よりよいヘルシープランに改善していく必要がある。そのためにも、研究者等による閉鎖性海域の更なる研究が期待される。

ケーススタディ（STEP7 順応的管理計画）

実施した方策について、効果が現れているか、副次的な影響が発生していないか等を確認しながら、PDCA サイクル（PLAN（計画）-DO（実行）-CHECK（確認）-ACTION（改善））を回すような順応的管理を行う必要があり、そのための計画を決定しておく必要がある。

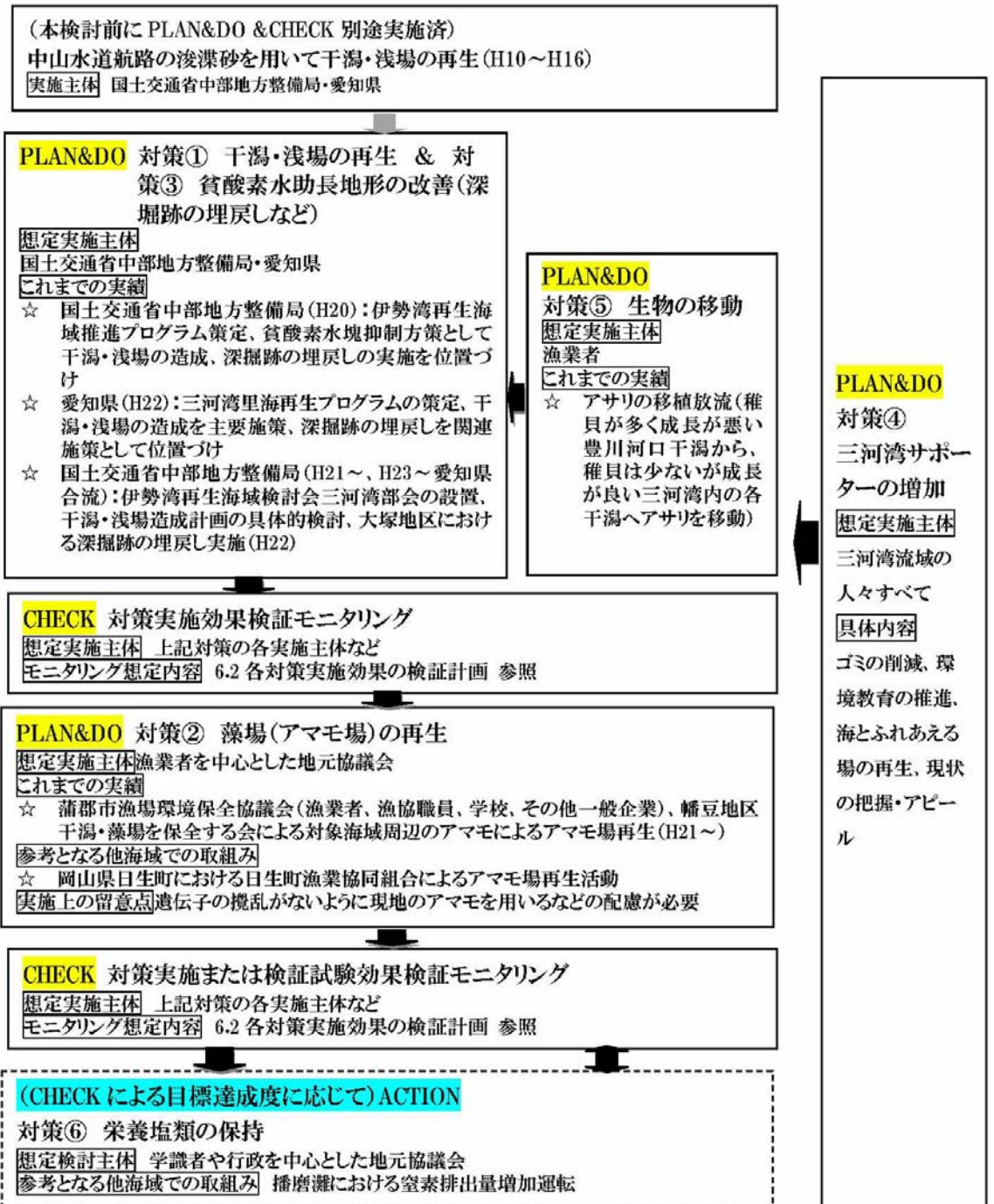
● 播磨灘北東部での例

播磨灘北東部では、検討された3つの方策について、それぞれ見直しの計画が検討されている。

方策	見直しの計画
下水処理場の窒素排出量増加運転	モニタリングの実施結果を検証し、運転方法や現地調査方法の見直しを行い、計画の再作成を行う
河川を利用した海水交換促進対策	モニタリングの実施結果を検証し、ポンプの位置、導水量、稼働時間やモニタリング方法の見直しを行う
海水交換防波堤の設置	防波堤は一度設置すると形状変更は困難であり対策の見直しはほぼ不可能

●三河湾での例

三河湾では、5年～10年という長いスパンで効果を検証する計画となっており、下図のようなPDCAのサイクルを回し、効果を見ながら徐々に対策を行なっていくこととされている。



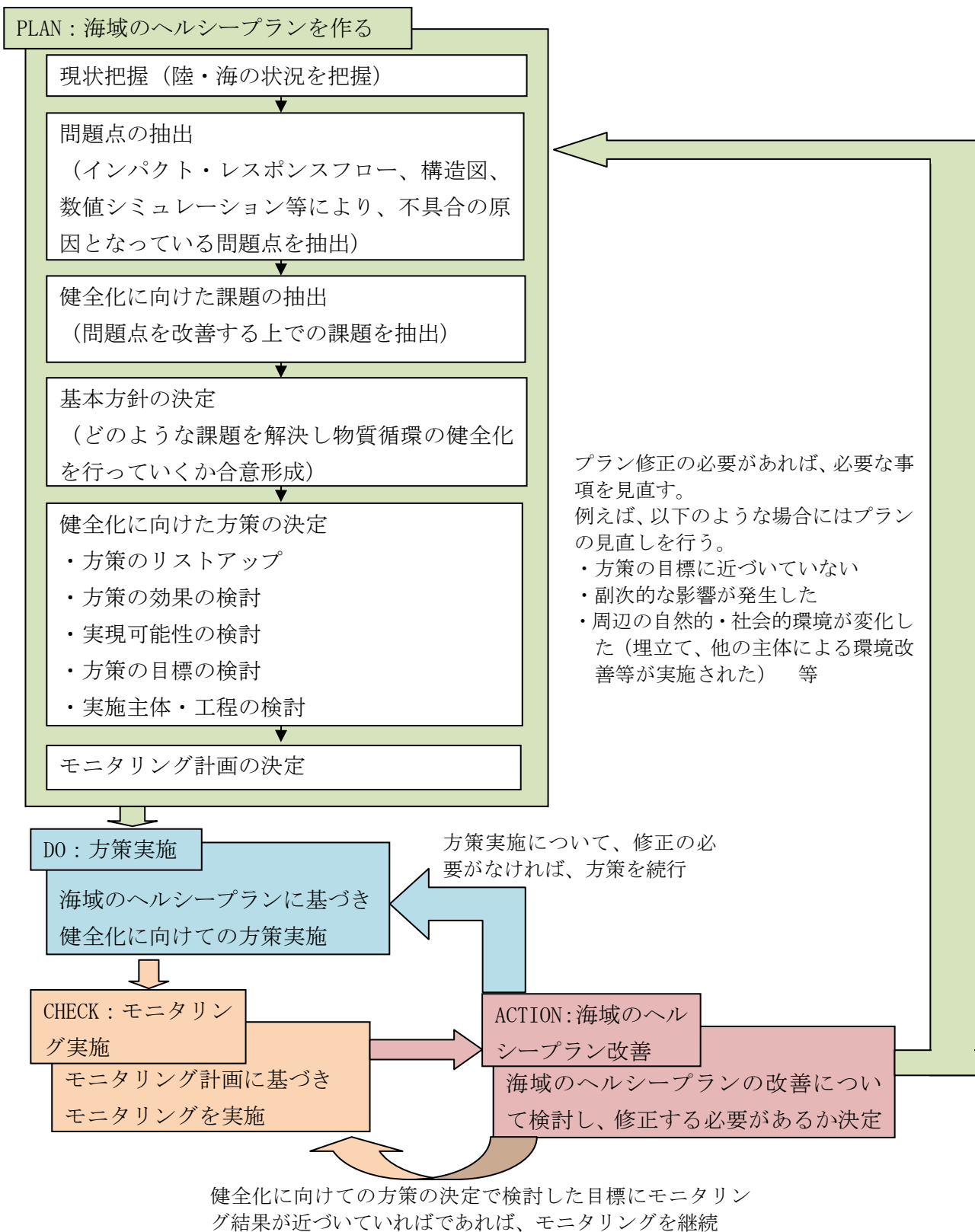


図 II-12 順応的管理のフロー

参考1. モデル地域のヘルシープラン例

本手引きのケーススタディに示した、播磨灘北東部及び三河湾のヘルシープランは環境省ホームページに掲載している (<http://www.env.go.jp/●●●●>)。

また、気仙沼湾及び三津湾の検討状況についても、以下の環境省ホームページで公開しているので参考とされたい。

「海域の物質循環健全化計画（海域ヘルシープラン）」

<http://www.env.go.jp/water/heisa/healthyplan.html>

参考2. ヘルシープラン策定に係る関連情報

1. 物質循環の健全化に係る主な関係法令

物質循環の健全化は、陸域から海域までを対象とした幅広い取組みが必要となる場合があり、取り組む際には、各種法令を遵守する必要がある。

例えば、「生物多様性地域戦略策定の手引き」（環境省、平成21年）には「流域の各地域において特に関係する生物多様性に関する法律」として、生物多様性に関する法律について、陸域～海域にかけての地域ごとに取りまとめられている（下図参照）。

また、更に詳細な沿岸域に関連する法律として、「平成20年度 沿岸域圏総合管理計画策定に資する情報整備に関する研究報告書」（海洋政策研究財団、平成21年）には、80本を超える法律の概要がまとめられている。



図 流域の各地域における主な関係法令

出典：「生物多様性地域戦略策定の手引き」（環境省、平成21年）

2. 環境改善手法の概要

2-1 改善方策の例

これまで、研究や実際に行われた物質循環に係る改善方策について、論文、報告書、特許等から情報を収集し整理した。以下に、主な改善方策の概要等を示す。なお、事例の詳細は「2-2 改善方策の詳細」に示したが、実施に際しては地域の実情等に合わせて個別に検討が必要である。

障害	海域の物質循環に係る主な改善方策メニュー	事例の対応(No. は「2-2 改善方策の詳細」の資料番号を示す)
A. 貧酸素水塊の発生	①表層水の底層への送水	実証段階 -- No. 1~2 実用段階 -- No. 3
	②鉛直混合の誘起・促進	研究段階 -- No. 4(鉛直循環流誘起堤体) 実用段階 -- No. 5~8(密度流拡散装置)
	③高濃度酸素水の送水による酸素供給	実証段階 -- No. 149(高濃度酸素水の放流) 実用段階 -- No. 9~10(高濃度酸素水発生装置)
	④曝気による酸素供給	実証段階 -- No. 11~14, No. 149(微細気泡)
	⑤海水交換の促進	研究段階 -- No. 15~17(渦流制御) 実証段階 -- No. 18(部分透過防波堤)
	⑥人工光照射による藻類の光合成活性化	研究段階 -- No. 19(光ファイバー)
B. 藻場の減少	①着底・成長を促進する基盤の設置	実証段階 -- No. 20~30(スラグ、植物繊維、炭素繊維など), No. 148(スラグ、リサイクル材、貝殻) 実用段階 -- No. 31~39(スラグ、貝殻など)
	②海藻マットによる移植	実証段階 -- No. 40~41
	③その他の手法を用いた移植	実証段階 -- No. 42(アマモ間へのコアモモ移植)
C. 干潟の減少	①人工干潟の造成	実証段階 -- No. 43~51, No. 148~150(貝殻、スラグ、浚渫土など) 実用段階 -- No. 25, No. 52~57(スラグ、浚渫土など)
	②埋立地・干拓地(防潮堤)の開削	実証段階 -- No. 58~59(埋立地の一部開削) 実用段階 -- No. 60(デラウェア湾南部の海岸線再生)
	③なぎさ線の回復	実証段階 -- No. 61(JST有明プロジェクト), No. 148, No. 150
	④既存干潟の機能強化	実証段階 -- No. 62(給水), No. 63(保護フェンス)
D. 生物生息場の減少 (人工護岸等の整備)	①漁礁の設置	実証段階 -- No. 31, No. 64~66(スラグ、浚渫土、食品加工廃棄物など) 実用段階 -- No. 67~68(JFシェルナース)
	②護岸構造の工夫による生息場の創出	実証段階 -- No. 69(生物共生護岸) 実用段階 -- No. 70~71(生物共生護岸)
	③その他の生息場の創出(干潟・藻場を除く)	研究段階 -- No. 72(粗朶掘工) 実証段階 -- No. 148(水平くぼみ)
E. 栄養塩類の過剰な 負荷	①養殖場からの負荷削減	実証段階 -- No. 73(人工中層海底), No. 74~78(海藻との複合養殖), No. 79(脱窒促進) 実用段階 -- No. 80(海藻・貝類との複合養殖)
	②浄化装置(人為的)の導入	研究段階 -- No. 81(透水性砂浜海岸) 実証段階 -- No. 82(お台場海水浄化プラント), No. 83~84(ろ過システム) 実用段階 -- No. 85(炭素繊維の人工藻場)
	③浄化装置(生態機能利用)の導入	研究段階 -- No. 86(海綿によるろ過) 実証段階 -- No. 87~88(礫間接触など) 実用段階 -- No. 89~92(石積み堤、植生浄化など)
	④下水処理施設による除去の強化	実証段階 -- No. 93(下水汚泥からのリン回収)
	⑤漁獲による取り上げ	研究段階 -- No. 94
	⑥肥料・飼料化のためのバイオマス回収	研究段階 -- No. 95~96(クラゲ) 実用段階 -- No. 97(商品になりにくい海底資源)
	⑦バイオ燃料取り出しのためのバイオマス回収	実証段階 -- No. 98, No. 99(メタン発酵), No. 100(ヘドロ燃料電池)
	⑧有用成分抽出のためのバイオマス回収	研究段階 -- No. 101(医薬品), No. 102(凝集剤), No. 103(セメント) 実証段階 -- No. 74(調味料), No. 104(吸着剤), No. 105(カラギナン) 実用段階 -- No. 106(抗菌剤), No. 107~108(コラーゲン), No. 109(海藻エキス)
	⑨微生物による集積	研究段階 -- No. 110(鉄バクテリア)
	⑩植物による吸収	研究段階 -- No. 111(アシ林) 実証段階 -- No. 112(浮体式藻場), No. 113(アオサ)
F. 底質の悪化	①浚渫	実用段階 -- No. 114(トゥーリフレッシュシステム) 研究段階 -- No. 115~116(石炭灰ゼオライト) 実証段階 -- No. 117(石炭灰ゼオライト), No. 118(三河湾), No. 119(底泥置換覆砂)
	②覆砂	実用段階 -- No. 120(中海覆砂), No. 121(津田湾), No. 122(MM21地区), No. 123
	③堆積物中への酸素供給	研究段階 -- No. 125(底面濾床法), No. 126 実証段階 -- No. 126, No. 147(人工巣穴), No. 149(微細藻散布) 実用段階 -- No. 127
	④堆積物間隙水の輸送の促進	研究段階 -- No. 128(水圧変動利用) 実証段階 -- No. 129(浸透柱)
	⑤底質改良材の添加	研究段階 -- No. 130(石炭灰造粒物) 実証段階 -- No. 131~134(スラグ、発砲ガラス材など) 実用段階 -- No. 135~136(石炭灰造粒物)
	⑥海底耕耘	実証段階 -- No. 137~140, No. 149(マイクロバブルの併用も), No. 150 実用段階 -- No. 141~142
	⑦生物攪乱による浄化	実証段階 -- No. 143(アゲマキ放流)
G. 栄養塩類の不足	①下水処理場からの供給	
	②ダムの放流	
	③植樹	
	④人工海山により底層の栄養塩を上層に湧昇させる	研究段階 -- No. 144(湧昇流発生施設) 実用段階 -- No. 145
	⑤施肥	
H. 藻類ブルーム (赤潮)	①採集器による回収	実証段階 -- No. 146(シアノバクテリアの回収)

2-2 改善方策の詳細

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
1	半閉鎖性海域の環境改善のための水循環の研究—海域における水循環改善効果	近年、底質の酸素消費及び水循環の乏しさに加え、河川からの負荷流入により、水路や港といった多くの半閉鎖性海域において貧酸素水が発生している。一般に、水環境改善のためには海底堆積物の浚渫が行われる。しかし、浚渫土を処分するための場所はほとんどない。代替手段として、人工的に水循環を促進し、DO濃度の高い表層水を底層へ送り込むシステムを考え、港に適用した。 本システムは、空気圧縮機、ゴム管及び特有の管からなる。管の一端は底層に固定し、もう一端に浮きをつけた。システムの稼働開始から2ヵ月後、底層水のDO濃度は2mg/Lを上回り、本システムの有効性が示された。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 底層 DO 【改善目標】 2mg/L(環境基準) 【効果】 ・システムの稼働開始から2ヵ月後、底層水のDO濃度は2mg/Lを上回った。 【費用】 -	-	-	Report of Obayashi Corporation Technical Research Institute, NO. 58;PAGE. 123-126	MIYAOKA SHUJI and TSUJI HIROKAZU(Ohbayashi Corp., Tech. Res. Inst.)	1999	実証段階
2	うみすまし(可搬式水流発生装置)	本技術は、海域の表層の水を底層に吐き出すことにより水域の停滞や海底の貧酸素状態を解消する技術である。 実証試験は、佐賀県伊万里の小さな湾及び東京湾の「ワンド」で行われた。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・貧酸素水塊の改善 ・実証試験では、運転開始後数日後には、装置から30m離れた箇所の底層DOが0.5mg/L以下から4.0mg/Lまで改善した。 【費用】 -	佐賀県伊万里 東京湾	うみすまし(可搬式水流発生装置)	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	五洋建設株式会社	2009	実証段階
3	湖沼等水質浄化装置 みずきよ	当浄化装置は、水温が高く酸素を多く含んだ表層水にさらに空気を混ぜ込み、水温が低く酸素の少ない底層へ水平方向に吐出することにより、水温成層を緩和し、底層の溶存酸素量を増加させる装置である。 当浄化装置は、鉛直方向・水平方向に水の流動を形成するが、水域に対して複数台の装置を設置して運用すると効果的である。また、アオコを含む表層水を底層へ送りこむことにより、アオコの不活性化の効果も期待できる。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・水温成層を緩和し、底層の溶存酸素量を増加させる。 【費用】 6ヶ月/年の運転期間の場合 ・イニシャルコスト 装置：約5,500,000円/基 ・ランニングコスト 維持管理人件費：25,000円/月(2ヶ月に1回の清掃を含む) 電気料金：約18,720円/月	-	湖沼等水質浄化装置 みずきよ (CG-100006-A)	NETIS 新技術情報提供システム	株式会社 共立、独立行政法人国立高等専門学校機構 呉工業高等専門学校	2003	実用段階
4	底質環境の改善を目的とした鉛直循環流誘起堤体の開発	本論文は、底生生物の生存に致命的な影響を及ぼし、脆弱な生態系構造をもたらす夏季の貧酸素水塊の発生を防止・抑制するため、酸素の豊富な表層水を底層へと供給することによって底層部の水質環境の改善を図るだけでなく、これによって底質環境そのものを改善することを最終的な目的とするものである。 ここでは、数値モデルを用いて鉛直循環流誘起堤体の構造諸元を模索し、効果的であると思われる断面に対して模型実験を行ってその効果を検証している。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 - 【改善目標】 底層の水質改善 【効果】 - 【費用】 -	-	鉛直循環流誘起堤体	海岸工学論文集 Vol: 49巻	重松 孝昌, 池田 憲造, 小田 1紀, 藤田 孝	2002	研究段階
5	富栄養化した内湾域における成層解消並びに水産資源の生産性高揚と安定維持の技術	本技術は、緩やかな噴流による乱流混合によって異なる水深の停滞水塊同士を不可逆的に混合させて持続的に3次元な海水循環を促進すると共に、底泥を巻き上げず、悪臭を海上に発散させることなく、海面下の負荷栄養分を有効利用しつつ、有機汚濁物質の酸化・分解促進を通じて内湾の水質・底質環境を持続的に改善させる。水産養殖の併用は生産魚介類の系外除去を通じて湾内浄化効果を高めるが、養殖の併用が無い場合でも湾内浄化は持続的に進行する。	【改善対象】 底質の悪化 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -	-	富栄養化した内湾域における成層解消並びに水産資源の生産性高揚と安定維持の技術	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	株式会社マリン技研	2008	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
6	五ヶ所湾における密度流拡散装置の環境修復効果	三重県の五ヶ所湾は典型的な閉鎖性海域であり、赤潮、青潮及び底層の貧酸素水等の水質汚濁の問題を抱えている。マリノフォーラム 21 は、1997年、鉛直方向の海水交換を促進することによって水質を改善する密度流造成装置を導入した。 本研究の目的は、海底環境及び藻場の分布を調べることによって、本装置による長期的な環境修復効果を明らかにすることである。 現地調査の結果、装置を導入した試験区の実証試験も済んでいる。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】底質 (COD、T-S、IL)、海藻食性被度分布 【効果】 ・密度流拡散装置から 500m 程度の範囲における、底質環境並びに海藻生育環境の改善 【費用】(NETIS より) 対象水量 320 万 t、平均水深 15m の場合 ・イニシャルコスト 装置本体：37,200,000 円 設置工事：11,000,000 円	三重県五ヶ所湾	密度流拡散装置	日本船舶海洋工学会論文集 Vol. 6 (2007) pp. 57-63	大塚 耕司, 中谷 直樹, 大内一之, 栗島 裕治, 山磨 敏夫	2007	実用段階
7	密度流拡散装置	・水中に鉛直に配した 1 本の長いパイプの上下からそれぞれ表層水(低密度)と底層水(高密度)を同時に取水し、中間で混合して中間密度の水を全方向(360 度方向)に吐き出す。 ・吐き出された水は、表層と底層の間(吐き出された水と同じ密度層)を水平方向に広範囲に拡散する(密度流拡散)。 ・既にダム湖や三重県五ヶ所湾での実証試験も済んでいる。	【改善対象】貧酸素、底泥からの栄養塩溶出、青潮 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・底層貧酸素水化抑制：表層の豊富な酸素を底層へ供給し、好気状態に保つ。 ・栄養塩溶出抑制：底層が好気状態に保たれることで、栄養塩の溶出を抑制する。 ・青潮発生抑制：底層が好気状態に保たれることで、青潮発生原因である貧酸素水塊の形成を抑制する。 【費用】 ・イニシャルコスト (吐出量が 20 万 m ³ /日の場合) 装置本体：約 75,000,000 円 ・ランニングコスト (吐出量 12 万 m ³ /日の場合) 維持管理：約 400,000 円/年(太陽発電と併用及び停止期間 4 ヶ月含む)	三重県五ヶ所湾 (1997 年 6 月より稼働) 等	密度流拡散装置	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	ナカシマプロペラ株式会社	2009	実用段階
8	貧酸素水域底質への溶存酸素供給技術	・当社が開発した商品名「ジェット・ストリーマー」は、底泥を巻き上げない範囲で、水域底質近辺に動水流(ジェット・ストリーマー随伴流)を起こさせることで、閉鎖性水域内の底層水と上層水の効果的な循環を促し、上層水中に飽和濃度で溶存する酸素を底質表面へ移動させるとともに、底質表層の酸素移動抵抗を大幅に削減して、底質の好気性条件の維持を保証することができる。 ・同じ目的で在来用いられてきたエア吹き込み方式と比較して、はるかに少ない消費エネルギーで、効果的に水域の環境保全、水質浄化の目的を達成できる技術として、高く評価されている。	【改善対象】貧酸素 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・底層水と上層水の効果的な循環を促し、上層水中に飽和濃度で溶存する酸素を底質表面へ移動 【費用】(NETIS より) 1 日当たりの動水効果が 5.5 万 t～6.3 万 t の場合 ・イニシャルコスト：22,000,000 円	－	貧酸素水域底質への溶存酸素供給技術	平成 18 年度産業公害防止対策調査「平成 18 年度閉鎖性海域保全対策の費用対効果調査(伊勢湾) 報告書」	株式会社マリン技研コリン未来学術研究所技術顧問研究会	2007	実用段階
9	閉鎖性水域の底質改善のためのパイロットスケール高濃度酸素溶解装置の開発	閉鎖性水域の水質浄化において、貧酸素状態にある底層部 DO の改善は重要である。この貧酸素状態にある底層部の DO 改善には、効果的な酸素供給技術が必要である。 本研究では高濃度酸素水を用いた底層部 DO 改善を目的として、高濃度酸素水製造装置を開発し、パイロットスケールの装置を用いた底層部への酸素水導入実験をダム湖において行った。 現地調査で得られた結果より、ダム湖底層部において選択的に DO の導入がなされたことが確認された。	【改善対象】貧酸素 【指標とする項目】DO 【改善目標】高濃度酸素水による底層 DO の増加 【効果】 ・ダム湖底層部における DO の増加 【費用】－	－	高濃度酸素水製造装置	土木学会年次学術講演会講演概要集第 7 部 Vol: 59 巻	今井 剛, 浮田 正夫, 汐重 啓, 上山 慎一, 宮澤 和規	2004	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
10	酸素飽和度 200%の高濃度酸素水発生装置を利用した底質浄化効果と最適放流量の設計方法	貧酸素化が顕著な水域では、水域環境の改善手法として底層付近に酸素を供給し、好気的な環境を維持する方法が用いられている。その手法として、加圧条件下で溶存酸素が飽和酸素量を超える酸素飽和度 200%以上まで達成できる「高濃度酸素水発生装置」を開発し、現地実験により装置の有効性を既に実証している。 本研究では、高濃度酸素水発生装置の実用レベルの設計方法を確立するため、底質の有機物量、微生物に着目した室内実験により底質改善効果を検討し、水域の底質浄化に必要な溶存酸素 DO のレベルを明らかにした。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -	-	高濃度酸素水発生装置	海岸工学論文集 Vol1 : 53 巻	片倉 徳男, 村上 和男, 高山 百合子, 上野 成三	2006	実用段階
11	直接曝気方式マイクロアクアシステム	本技術は、空気と対象水を混合・圧縮し、微細気泡が混入した混合水として、対象水域に拡散することにより、溶存酸素濃度を向上させるものである。	【改善対象】 富栄養、貧酸素 【指標とする項目】 DO 濃度 【改善目標】 ・平常時 (4.3mg/L~1.4mg/L) : 内湾底層水で維持すべき濃度以下の時、対照点より DO 濃度で 10% 上昇させる。 ・強い貧酸素時 (1.4mg/L 未満) : 1 日以上連続して 1.4mg/L を下回らない。 【効果】 ・底層水の溶存酸素濃度の上昇 (ただし、目標は達成せず) 【費用】 水量 5,000m ³ 、3.7kw ポンプ 1 台、15 型ノズル 3 個の場合 ・イニシャルコスト : 15,460,000 円 ・ランニングコスト : 約 70,000 円 (約 14 円/m ³)	大阪湾高石漁港	直接曝気方式マイクロアクアシステム	平成 20 年度環境技術実証モデル事業閉鎖性海域における水環境改善技術分野閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	株式会社マイクロアクア	2009	実証段階
12	微細気泡もしくは高密度酸素を用いた貧酸素改善技術	実海域における微細気泡エアレーションの効果を把握するために、2003 年 8 月 27 日から 10 月 3 日にかけて千葉県船橋市の旧船橋航路において微細気泡発生装置を設置し、現地実験を行った。密度成層が維持された状態で、気泡による上昇流が少ない場合には、下層の貧酸素水塊は改善されることが確認された。逆に、大粒径の気泡が混在する、もしくは強固な密度成層が存在しないことにより強い上昇流が誘起された場合には、貧酸素水塊の改善はほとんど不可能であることが確認された。 2005 年 9 月 16 日から 9 月 30 日にかけて、福井県の日向湖を実験対象地とし、泡のほとんど発生しない高酸素水供給技術の実証を水産庁「自然エネルギーを利用した水域環境改善委託事業」で実施し、狙った層に対して平面的に広い範囲で高濃度酸素水の供給が可能であることを確認した。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 DO 【改善目標】 底層の貧酸素水塊の改善 【効果】 ・気泡による上昇流が少ない場合における貧酸素水塊の改善 【費用】 -	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡もしくは高密度酸素を用いた貧酸素改善技術	平成 18 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	横浜国立大学大学院佐々木 淳氏	2007	実証段階
13	貧酸素水改善に向けた現地微細気泡実験	東京湾をはじめとする内湾では、夏季の海底での貧酸素化が湾内の水環境に悪影響を与えており、深刻な社会問題となっている。 そこで本研究では、微細気泡発生システムの海域への適用方法や水質・底質を含む水環境の改善効果の把握を目的に、室内実験に基づく装置の選定、酸素溶解特性の定量化、京浜運河における予備実験を経て、東京湾の旧船橋航路に微細気泡システムを設置し、約 1 ヶ月に及ぶ実海域現地実験を行った。 その結果、微細気泡発生装置の周囲で溶存酸素の改善が見られ、底泥表層の微生物群集構造にも微細気泡の効果が確認できた。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 DO 【改善目標】 - 【効果】 ・微細気泡発生装置の周囲における溶存酸素の改善 【費用】 -	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡発生システム	海岸工学論文集 Vol1 : 51 巻	鯉淵 幸生, 磯部 雅彦, 佐々木 淳, 藤田 昌史, 五明 美智男, 栗原 明夫, 田中 真史, 鈴木 俊之	2004	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
14	窪地海域を対象とした微細気泡エアレーションによる貧酸素水改善効果の解析	<p>貧酸素水の改善技術として注目されつつある微細気泡エアレーション技術の実海域における効果や適用性の検討を目的として、東京湾旧船橋航路の窪地において現地実験を行った。</p> <p>エアレーションの規模からすると底層の貧酸素水はいわば無限に存在していると見なせるため、エアレーションに伴う上昇流を誘起してしまうと改善が見込めないが、密度躍層の存在下で気泡を高品質に保つことで上昇流を抑制できると、成層を維持しつつ下層の貧酸素水を改善可能なことが分かった。</p> <p>現地実験結果を基に酸素収支に関する簡単なボックスモデルを構築し、一定の改善効果を得るための上昇流速の許容上限値を決定する等の定量的な検討を行い、本技術の有効性を示した。</p>	<p>【改善対象】 貧酸素</p> <p>【指標とする項目】 DO</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・密度躍層が存在する状態における、下層の貧酸素水の改善 <p>【費用】 -</p>	旧船橋航路 福井県日向湖	微細気泡エアレーション	海岸工学論文集 Vol : 51 巻	田中 真史, 佐々木 淳, 柴山 知也, 磯部 雅彦	2004	実証段階
15	地形変化に伴う広島湾の海水交換性の評価と改善についてー瀬戸内海大型水理模型実験による検討ー	<p>持続可能な発展を実現していくためには、開発による環境的な損失を海側から修復・補償する積極方策の確立・導入が求められている。</p> <p>本報告は、広島湾を例に、瀬戸内海大型水理模型実験から埋立てに伴う地形変化が、流動・水質環境に与えた影響を評価する中から、海域環境の修復・補償の積極方策を明らかにすることを目的に、地形改変操作等の有効性を検討したものである。</p> <p>過去 20 年間の埋立開発は、湾内水の海水交換性を悪化させるものであり、これは、負荷の削減にも関わらず貧酸素化が進行しているという現地観測の知見と符合するものであった。そして、海水交換性の改善には、瀬戸部の深みの操作といった局所的な地形改変が有効であることを明らかにした。</p>	<p>【改善対象】 水質の悪化</p> <p>【指標とする項目】 水質改善</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・局所的な地形改変による海水交換性の改善 <p>【費用】 -</p>	室内実験	地形改変	土木学会年次学術講演会講演概要集第 2 部 (B) Vol : 50 巻	宝田 盛康, 田辺 弘道, 山崎 宗広, 上嶋 英機	1995	研究段階
16	渦流制御による海水交換促進効果について	<p>汚濁負荷の大きい港湾・漁港域の水質・底質環境の改善を目的として、新たな海水交換促進型防波堤の開発を行った。</p> <p>対象とする工法は、波動エネルギーを効率的かつ効果的に渦流等のエネルギーに変換するものである。本工法の消波機構及び平均流の発生機構について解明するため、水理模型実験及び数値実験により検討を行った。</p> <p>本検討結果から、1) 二重壁式防波堤の遊水室内に没水平版を設置することにより、有意な大きさの冲向き平均流を生成することができること、2) 没水平版は、押し波時に前面垂下版の下端から形成される渦の遊水室内への集積及び周辺場への影響の遮断の役割を果たすこと、など渦流の制御に役立つことがわかった。</p>	<p>【改善対象】 水質及び底質の悪化</p> <p>【指標とする項目】 -</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】 -</p> <p>【費用】 -</p>	室内実験	渦流制御 (海水交換促進)	土木学会年次学術講演会講演概要集第 2 部 Vol : 58 巻	大村 智宏, 中村 孝幸, 大井 邦昭	2003	研究段階
17	渦流制御を利用する海水交換促進型防波堤の効果について	<p>港湾、漁港水域の水質・底質環境の改善を目的として、新たな海水交換促進型防波堤の開発を行った。</p> <p>開発対象は、異吃水 2 重壁式防波堤に没水平版を設けた工法である。本工法の消波機構及び平均流の発生機構について解明するため、水理模型実験及び数値計算により検討を行った。</p> <p>この結果、(1) 2 重壁式防波堤の遊水室内に没水平版を設置すると有意な大きさの冲向き平均流を生成すること、(2) 没水平版は押し波時に前面垂下版の下端から形成される渦の遊水室内への集積及び周辺場に対する波動の影響の遮断を果たすこと、(3) 曝気が生じ前面垂下版の前方で鉛直混合されるため低層への酸素供給が有効であること等がわかった。</p>	<p>【改善対象】 水質及び底質の悪化</p> <p>【指標とする項目】 -</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表層と底層との海水交換 <p>【費用】 -</p>	室内実験	海水交換促進型防波堤	海岸工学論文集 Vol : 50 巻	中村 孝幸, 大村 智宏, 大井 邦昭	2003	研究段階
18	部分透過型防波堤	<p>防波堤を一部透過構造とすることで、潮汐により形成される循環流を制御する工法。</p> <p>防波堤背後などの閉鎖性の強い水域では海水交換が行われにくく、水質が悪化しているため、透過構造を有する防波堤を延長方向に適切に配置することにより、閉鎖性水域内の海水交換の流れを促進し、水質改善が図れる。</p>	<p>【改善対象】 水質の悪化</p> <p>【指標とする項目】 -</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水交換の流れの促進 <p>【費用】 -</p>	室内実験	部分透過型防波堤	平成 18 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社大林組	2007	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
19	光照射による底質環境の改善に関する室内実験	<p>内湾、湖沼などの富栄養化した閉鎖性水域では、一般に、浚渫によって底質環境の改善がはかられている。しかし、浚渫する場合、処分用地が必要となるが、年々用地を確保することが難しくなっている。そのため、浚渫をせずに底質糖境を改善する技術、すなわち現位置における底質改質技術の開発が求められている。</p> <p>そこで、底質に光を照射し、バクテリア等の光合成活性を利用して底質環境を改善する技術について、その基本的な挙動を把握するための室内実験を行った。</p> <p>光ファイバーを用いて底泥表面に光を照射し、底質中の光合成細菌等を活性化させるこの技術が、底質及び直上水の酸化と栄養塩類の溶出抑制に有効に働くことがわかった。</p>	<p>【改善対象】底質の汚濁 【指標とする項目】－ 【改善目標】底質の改善 【効果】 ・底質及び海底直上水の酸化、栄養塩類の溶出抑制 【費用】－</p>	室内実験	光照射による底質改善	土木学会年次学術講演会講演概要集第7部 Vol: 54巻	宮岡 修二, 小島 富二男, 辻博和, 宇佐見論, 堀越 弘毅	1999	研究段階
20	海藻植え付け方式藻場造成ブロック	<p>ブロックに多年生海藻（母海藻）を植え付ける台（着定基盤）を取り付けた藻場造成ブロックの製造技術。海藻植え付け方式藻場造成ブロックは、ブロックに多年生海藻（母海藻）を植え付ける台（着定基盤）を取り付けたものである。</p> <p>藻場造成ブロック設置場所の特性を踏まえ、海藻の選定を行い、海藻を着定基盤に植え付ける。着定基盤表面には繊維が固定されており、海藻類の活着を容易にしている。</p> <p>藻場造成ブロックには、以下の特徴がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歩留まりがよい。海藻類を孢子から育成する場合、生育途中で貝やウニ、小魚などに食べられてしまうリスクもあり歩留まりが悪い。そのため、海藻を水槽で生育させた後、藻場に移し変える方法を採用している。 ・ボルト・ナットで着脱可能な着定基盤を用いるため、製作・施工が簡単である。 ・複雑な断面形状を有しているため、あわび・さざえ等の生息場に適しているほか、海流がブロック付近で複雑に変化し、浮遊する海藻の孢子が付きやすい。 	<p>【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海藻類の着定を容易にする。 【費用】(NETIS より) 藻場造成用ブロック製作・据付単価(10個当たり)の場合 ・イニシャルコスト: 567,000 円</p>	新潟県佐渡、宮城県	海藻植え付け方式藻場造成ブロック	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社本間組	2007	実証段階
21	簡易なアカモク藻場造成手法	<p>本技術は、竹、ロープなど汎用的な漁業資材、漁業手法を応用した簡易なアカモク藻場造成手法である。</p> <p>2m間隔の竹で支持される延長30mのロープ施設が2m間隔で並行して3本配置する。満潮時には竹の上部1mが露出し、竹から下がったロープにアカモク種苗が導入する。種苗の位置は、経験的に付着物の少ない水面下100cm以上に配置する。</p> <p>水面下100cm以上に配置した種苗は、付着物が少ないため良好に生育する。生長したアカモクは、微小動物の棲息場となり、良好な生態系が創出される。</p>	<p>【改善対象】アカモク藻場の減少 【指標とする項目】アカモク湿重量・全長、葉上生物 【改善目標】 ・アカモクの最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること ・アカモクの3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること ・創出アカモク藻場への生物の定着 【効果】 ・アカモクの最大生長量が、投影面積当たりで5,200g/m²、占有面積当たりで8,840g/m² ・アカモクの3月の生長量が、投影面積当たりで2,105g/m²、占有面積当たりで3,579g/m² ・多様な葉上生物(ヨコエビ等)の増集 【費用】 100m×200m、水深3mの場合 ・イニシャルコスト: 65,400,000円(3,720円/m²) ・ランニングコスト: 13,900円/月(79円/(m²・月))</p>	松島湾内裡島周辺	簡易なアカモク藻場造成手法	平成20年度環境技術実証モデル事業閉鎖性海域における水環境改善技術分野閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	サカイオーベックス株式会社	2009	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
22	「海藻増養殖用エンチャーネット」を用いた藻場造成	本技術は、以下の技術連携の相乗効果により、十分なる海藻の生育と藻場の造成がなされる。 ①松島湾産アカモクの受精卵を室内培養技術(光、水温などの条件を制御して中間育成する)で、天然の幼体よりも早く生長させ、ステージの揃った幼体を多量に用意する。なお、アカモク幼体の準備は、ホンダワラ類の室内培養技術を適用する。 ②確実かつ安価で作業が容易で、環境負荷の小さい「海藻増殖用エンチャーネット」(ロープには、生分解性ロープを使用)を用いて、アカモク群落を造成する。	【改善対象】アカモク藻場の減少 【指標とする項目】アカモク湿重量、葉上生物 【改善目標】 ・アカモクの最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること ・アカモクの3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること ・創出アカモク藻場への生物の定着 【効果】 ・アカモクの3月の生長量が、投影面積当たりで1,217g/m ² 、占有面積当たりで152g/m ² ・多様な葉上生物(ヨコエビ等)の増集 【費用】 288個体/24ネット/192m ² の場合 ・イニシャルコスト:684,760円(3,566円/m ²)	松島湾内裡島周辺	「海藻増養殖用エンチャーネット」を用いた藻場造成	平成20年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	共和コンクリート工業株式会社	2009	実証段階
23	炭基盤材海藻育成装置	炭生成物の平面基盤を基質として利用し、藻場を造成する。「海藻着生基盤材」として、ポーラスかつ扱いやすい材料として炭生成物を使用する。この炭生成物による海藻着生基盤は、浮泥の堆積した軟弱な海底でも、海底に沈み込まない軽い材料で構成される。 本装置は、海藻の生長丈に合わせ、上下に調整が可能で、堆積した浮泥は海流や波の力を利用し除去される。	【改善対象】アカモク藻場の減少 【指標とする項目】アカモク湿重量・全長、葉上生物 【改善目標】 ・アカモクの最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること ・アカモクの3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること ・創出アカモク藻場への生物の定着 【効果】 ・アカモクの3月の生長量が、投影面積当たりで92g/m ² 、占有面積当たりで184g/m ² ・多様な葉上生物(ヨコエビ等)の増集 【費用】 設置面積2m×50mの場合 ・イニシャルコスト:800,000円 ・ランニングコスト:30,000円/月(300円/(m ² ・月))	松島湾内裡島周辺	炭基盤材海藻育成装置	平成20年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	東洋建設株式会社	2009	実証段階
24	転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術	転炉系製鋼スラグ製品による軟弱浚渫土の強度向上効果と鉄分の供給による藻場造成技術の複合効果による生物生息環境を改善する。	【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】鉄分、りん酸態りん、硫化物、底生生物、海藻類生育状況 【改善目標】 ・鉄分の供給効果が認められること ・りん酸態りん、硫化物等で溶出抑制または吸収効果が認められること ・現存量や海藻の生育が対照区、バックグラウンドデータと比較して同等もしくはそれ以上であること 【効果】 ・基盤の安定化 ・鉄分の供給 ・りん酸イオンと硫化物イオンの溶出抑制あるいは吸着 【費用】 ・イニシャルコスト:2,400,000~12,000,000円 ・ランニングコスト:0円/月	東京都城南島	転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術	平成21年度環境技術実証モデル事業閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	新日本製鐵株式会社、JFEスチール株式会社	2010	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
25	ペーパーラッジ焼却灰を主原料とする底質安定改良材を用いた海洋環境再生技術の開発	英虞湾では海洋環境改善事業として浚渫工事が行われているが、高い工事費と処理した浚渫土の処分に困っている。我々はこの問題を打開するため、ペーパーラッジ焼却灰（PS 灰）を主原料とする新しい底質安定改良材の開発と新しい浚渫土処理装置（ハイビアシステム）を開発した。この改良材と装置の組み合わせにより、含水率 90% の浚渫土から含水率 60% の固形物を得ることが可能となった。 本研究では、得られた固形物を用いたアマモ場造成基盤としての利用研究や浅場・干潟造成に関する現地海域実験を通しての二枚貝などに対する生物親和性研究を実施した。 また、固形物を常温にて微生物担体として加工し、硝化脱窒活性を評価する実験を行っており、微生物にとって担体自体が増殖環境を保持することが理想的であり、有機物がエネルギー源となるような多孔質体を目指している。	【改善対象】浚渫土砂の有効利用 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・生物生息場の提供 ・資源の有効利用 【費用】－	英虞湾	ペーパーラッジ焼却灰を主原料とする底質安定改良材	紙パ技協誌 Vol. 60 (2006), No. 9 pp. 1362-1370	今井 大蔵, 加藤 忠哉, アーメド ダブワン, 原田 勇	2006	実証段階
26	炭素繊維を用いた人工岩礁材と人工海藻の開発	沿岸環境修復を目的とした炭素材混入モルタル被覆法と炭素繊維人工藻場の開発と適応性について検証するために海域実験を行った。炭素材は炭素繊維、コークス、竹炭そして鉄粉を用いている。 フクロノリ・ワタモによる初期海藻被覆率が 60% と最も高いのは炭素繊維被覆平板であり、その他の炭素材は 30% 以下、プレーンコンクリートは海藻着生が認められなかった。 炭素繊維は汚泥吸着効果に優れ、炭素繊維人工藻の活性汚泥は海藻基盤として着生生物を増加させている。これらの特性を組み合わせることで沿岸環境改善が可能となる人工岩礁が開発可能である。	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・炭素繊維による汚泥吸着 ・炭素繊維人工藻の活性汚泥による海藻の増加 【費用】－	－	炭素材混入モルタル被覆法 炭素繊維人工藻場	環境情報科学論文集 20 (第 20 回環境研究発表会) 141-146	田中 孝	2007	実証段階
27	閉鎖性海域における鉄鋼スラグ水和固化体の生物付着性	鉄鋼スラグ水和固化体の閉鎖性海域における生物付着性について調査し、その特性をコンクリートや自然磯浜と比較した結果、以下のことが明らかとなった。 ・微細藻類の付着性 出現種類数及び付着数は、ともに鉄鋼スラグ水和固化体がコンクリートよりも多く推移した。この理由として、鉄鋼スラグ水和固化体のアルカリ成分の溶出性が、コンクリートよりも小さいことがあげられる。 ・大規模施工をした護岸における生物付着性 海藻の出現種類数及び湿重量は、鉄鋼スラグ水和固化体が最も多く、次いで自然磯浜、コンクリート製直立護岸の順であった。また、多様性指数は、鉄鋼スラグ水和固化体と自然磯浜がほぼ同等程度で大きく、コンクリート製直立護岸が最も小さかった。 これらの結果より、観測条件が限定されているものの、鉄鋼スラグ水和固化体の生物付着性は、コンクリートよりも優れ、岩を主体とした自然磯浜と同等程度以上であると判断される。港湾工事において、鉄鋼スラグ水和固化体をコンクリートや天然石代替として適切に使用すれば、製造時の CO ₂ 排出量削減だけでなく、藻場形成などの環境創生へ寄与できる可能性が示唆される。	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・鉄鋼スラグ水和固化体への微細藻類の付着 ・鉄鋼スラグ水和固化体における海藻類の出現種類数及び湿重量の増加 ・多様性指数は鉄鋼スラグ水和固化体と自然磯浜で同程度であった。 【費用】－	千葉県千葉港、岡山県水島港	鉄鋼スラグ	土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 65 (2010), No. 1 pp. 1196-1200	松永 久宏, 谷敷 多穂, 藤井 隆史, 綾野 克紀 4	2009	実証段階
28	英虞湾再生プロジェクトの研究成果紹介－ゾステラマットを用いたアマモ場の造成技術	ゾステラマットを用いたアマモ場の造成技術では、アマモの種子をヤシ繊維のマット(ゾステラマット)ではさみ、金枠で固定し、それらをロープで連結し、船上から海域に投入し、両端を固定する。 「ゾステラマット」による工法は、アマモの刈取りと種の採取作業を行い、このマットを利用した播種を地元の漁業者の方との共同作業で行うことによって、地域への技術移転を図った。	【改善対象】アマモ場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	英虞湾	－	MIESC, vol. 9	(財)三重県産業支援センター	2008	実証段階
29	英虞湾再生プロジェクトの研究成果紹介－自然繁殖工法によるアマモ場の造成技術	自然繁殖工法によるアマモ場の造成技術では、移植用マットを設置し、自然落下、発芽したアマモ種子がマット上に定着し、マットを移植地へ移す。	【改善対象】アマモ場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	英虞湾	自然繁殖工法	MIESC, vol. 9	(財)三重県産業支援センター	2008	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
30	英虞湾再生プロジェクトの研究成果紹介—分株種苗生産によるアマモ場の造成技術	分株種苗生産によるアマモ場の造成技術では、種子から培養によって育てた株で増やす。	【改善対象】 アマモ場の減少 【指標とする項目】 — 【改善目標】 — 【効果】 — 【費用】 —	英虞湾	分株種苗生産	MIESC, vol.9	(財)三重県産業支援センター	2008	実証段階
31	干潟・浅場用海砂・石代替スラグ製品の開発	水砕スラグを利用して干潟・藻場用基盤材の製造する技術である。 技術の特徴 ・天然資源代替 従来の天然砂や石を用いる浅場造成法は、環境修復のための天然資源採取による、新たな自然破壊を伴うことが懸念される。「鉄鋼スラグによる浅場造成」は、天然資源を用いず、リサイクル資材（鉄鋼スラグ）を用いて沿岸開発などにより悪化した沿岸環境を修復することを特徴としている。 ・環境基準を遵守した材料 陸域における安全性評価に関しては、土壌環境基準による溶出試験により、鉄鋼スラグ製品の環境に対する安全性が評価されてきた。 海域及び埋立地での安全性評価に関しては、海洋汚染防止法の水底土砂基準により、環境に対する安全性が評価されてきた。	【改善対象】 干潟・藻場の減少 【指標とする項目】 — 【改善目標】 — 【効果】 ・貝類、エビ類、底生魚類の生息 ・海藻の増加 【費用】 —	広島県因島	マリンプロック(藻場用基盤)、干潟造成	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	JFEスチール株式会社	2007	実用段階
32	藻場造成事業	製鋼スラグと排ガスを原料として製造した大型炭酸固化ブロックを利用して藻場を造成する。このブロック自体は、サンゴや貝殻の主成分と同じ炭酸カルシウムからできており、海となじみがよく藻場造成礁や港湾工事用ブロックへの利用が期待されている。 技術の特徴 ・安定した材料 本技術は、海中及び大気中において非常に安定で、膨張して崩壊することや、アルカリ性を強めたりすることもない人工材料である。 ・海藻着床効果にすぐれる 本技術は強制的に二酸化炭素を吹き込んで製造するため、ほとんどが開気孔で構成される気孔率25～40%、嵩密度2～2.4t/m ³ の多孔質体であり、すぐれた海藻着床効果を示している。	【改善対象】 藻場の減少 【指標とする項目】 — 【改善目標】 — 【効果】 ・すぐれた海藻着床効果 【費用】 —	石川県珠洲市沖合他	藻場造成事業	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	JFEスチール株式会社	2007	実用段階
33	海岸構造物を利用した藻場造成事業	大型褐藻類のカジメやホンダワラ類を、人為的に合成木材に種苗生産して、合成木材に発生し10～30cmに大きくなったものを、海岸構造物、突堤や離岸堤の基盤に固定して、これら区域を藻場にする技術。	【改善対象】 藻場の減少 【指標とする項目】 — 【改善目標】 — 【効果】 — 【費用】 —	—	海岸構造物を利用した藻場造成事業	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	株式会社オーシャンラック	2008	実用段階
34	ビバリーシリーズ(ビバリーユニット、ビバリーボックス、ビバリーブロック、ビバリーロック、ビバリーグラベル、ビバリーサンド)	ビバリーシリーズは、鉄鋼スラグから溶出する鉄分、珪素などのミネラルにより海藻類などの成長を促進させることにより、減少が危惧されるわが国の藻場の再生用に開発された新日鉄のオリジナル商品である。 ・ビバリーユニット：転炉系製鋼スラグと腐食土等を袋詰めにした鉄分供給ユニットで、なぎさ線付近に設置し藻類の養分を供給する。 ・ビバリーボックス：強固な鋼製ボックスにビバリーユニットを入れて、波浪の作用する部位への適用を目的とした商品で、設置条件によりさまざまなサイズと重量のボックスが製造可能である。 ・ビバリーブロック：転炉系製鋼スラグと高炉スラグ微粉末を水和固化させた商品(鉄鋼スラグ水和固化体)で、消波ブロック、各種港湾石材への利用が可能である。 ・ビバリーロック、ビバリーグラベル：「鉄鋼スラグ水和固化体」を人工的に破碎した生物付着性に優れる石材製品である。 ・ビバリーサンド：転炉系製鋼スラグを製鉄所から副生する炭酸ガスで安定化処理したアルカリ分の溶出の少ない商品である。	【改善対象】 藻場の減少 【指標とする項目】 — 【改善目標】 — 【効果】 ・藻場の再生、藻類への養分供給 【費用】 —	—	ビバリーシリーズ(ビバリーユニット、ビバリーボックス、ビバリーロック、ビバリーグラベル、ビバリーサンド)	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	新日本製鐵株式会社スラグ・セメント事業推進部	2008	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
35	石炭灰を有効利用した藻場造成ブロック『ケルプベース』	ケルプベースは8角形をベースに鉛直面及び45度の勾配面を配置した藻礁ブロックで、以下の特徴を有する。 ①使用素材がリサイクル品 ・リサイクル法の指定副産物である石炭灰を素材に用いている。 ②ブロック表面に凸凹の溝を設置 ・溝により発生する水流(乱流)の効果により、海草類の着生・生育を阻害する浮泥を飛散させ堆積を防止する。 ・海藻が根をはりやすい。 ③斜面部の勾配を45度に設定 ・重力効果により浮泥の堆積を防止する。 ④ブロック天端部に貝殻粉砕物を貼付 ・貝殻粉砕物の粗度効果により海藻の着生を促進する。 ⑤ブロック周囲には鉄筋を使用した柵構造物を設置 ・ブロックへのウニ等の侵入を低減し、海藻の食害を防止する。 ⑥素材に石炭灰硬化体『アッシュクリート』を使用 ・普通コンクリートよりpH溶出が少ない材料の使用により、海藻の着生を促進。 ・ブロック表面の気泡の粗度効果により、海藻の着生を促進。	【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海藻の着生を促進 【費用】(NETISより) ケルプベース27t型、10個当たりの場合 ・インシャルコスト：2,780,000円	－	石炭灰を有効利用した藻場造成ブロック『ケルプベース』	平成17年度産業公害防止対策調査「平成17年度閉鎖性海域保全対策の費用対効果調査(伊勢湾)報告書」	株式会社間組、株式会社アッシュクリートの共同開発(アンケート回答は株式会社間組)	2006	実用段階
36	海藻着生基盤(人工動揺基質)	・目的 ウニなどの摂食圧の高い磯焼け海域において、コンブ等大型海藻の藻場群落を造成するための技術 ・素材の特徴 高強度帆布に海藻着生用植毛シートを張り合わせた複合素材で、波で揺れるしなやかな性質を持つことが特徴。 ・施工性の特徴 根固めブロックや防波堤などの一般的なコンクリート構造物であれば取り付けが可能。また、沈設前の海洋構造物だけでなく沈設後の状態でも取り付けが可能。 ・効果 磯焼けの原因の一つであるウニなどの植食動物による高い摂食圧があるが、この資材は波による動揺がウニの遡上を抑制できるため、着生した海藻の幼芽が保護される。また、海藻が生長すると、ウニの餌として利用されることが期待される。	【改善対象】ウニなどの摂食圧による磯焼け 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ウニの遡上抑制による海藻の幼芽の保護 【費用】 海洋構造物(根固ブロック)34基に陸上で人工動揺基質408本(12本/基、3日間)を取り付け、500m沖に1日で沈設する場合 ・インシャルコスト：4,085,105円	北海道函館漁港	海藻着生基盤(人工動揺基質)(HKK-090001-A)	NETIS 新技術情報提供システム	独立行政法人土木研究所寒地土木研究所、サカイオーベックス株式会社	2005	実用段階
37	エコプレス	エコプレスは、藻場造成において、海藻が着生しやすく、かつ生育しやすい環境を提供する技術である。	【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海藻の着生効果が高くなる。 【費用】 エコプレス10t型、10個当たりの場合 ・インシャルコスト：1,286,623円	－	エコプレス(HKK-120001-A)	NETIS 新技術情報提供システム	東亜建設工業株式会社・東亜土木株式会社	2004	実用段階
38	高効率藻場造成ブロック「ケルプエックス」	混成堤マウンド被覆や人エリーフ被覆に使用するエックスブロックの天端面に突起物(ケルプノブ：(財)電力中央研究所が開発)を設置し、海藻類の着生基盤としてより効率よく藻場造成を行う技術。	【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・藻場造成実験の追跡調査結果から、ケルプノブは海藻の着生に効果があり、かつ設置後14年経過しても海藻は着生しており、効果に持続性があることも判明した。 【費用】 ケルプエックス10個当たりの場合 ・インシャルコスト：2,115,000円	－	高効率藻場造成ブロック「ケルプエックス」(HKK-110004-A)	NETIS 新技術情報提供システム	株式会社不動産テトラ	1990	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
39	バイオユニット	<p>基質表面から栄養塩を溶出することにより、基質表面の栄養塩濃度を上げ、海藻幼体の初期成長を促進し、植食動物による食圧を軽減して磯焼け対策や海藻の増殖を計るものである。</p> <p>バイオユニットには、主にコンブや海藻を増殖する目的で開発されたコンブ礁「T型バイオユニット」とフノリ増殖を目的とする「リノフーレ礁」、その他海藻を増殖する目的で消波ブロックや被覆ブロック等、他のブロックや構造体に取り付けて使用される「バイオパネル」がある。またモバールを現場で生コンに混入して、現場に適した自由な形状の礁を形成することも可能である。</p>	<p>【改善対象】藻場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・不足する窒素栄養塩濃度を基質表面で高めることにより、幼体の初期成長を促進して海藻の繁茂を図る。 【費用】－</p>	－	バイオユニット (HKK-110002-A)	NETIS 新技術情報提供システム	北海道庁水産林務部、日本データサービズ株式会社、株式会社カイト、モバール工業会	2002	実用段階
40	株分けによるアマモ種苗の大量生産と種苗移植によるアマモ場造成技術	<p>水温と光条件及び付着物等を管理した陸上水槽における移植用アマモ種苗の育成と生分解性ヤシノミ繊維マットを活用したアマモ種苗の移植定着による生物生息環境の創造。</p>	<p>【改善対象】生物生育環境の減少 【指標とする項目】 【改善目標】 ・6ヶ月間の陸上水槽でのアマモ種苗生産によるアマモ株数（種苗）の増殖率20倍以上 ・アマモ種苗マット残存率80%以上 ・アマモ場造成区内のアマモ総株数及び乾燥重量が移植時の2倍以上 ・アマモ場造成による生物生息環境の創出 【効果】 ・6ヶ月で30倍以上の増殖率でアマモを大量増殖 ・移植後の定着拡大。1年目からの種子形成 ・従来の播種法と比較して、造成から面積拡大までの時間を1年以上短縮 ・高い生物量と多様性をもつ生物生息環境の創出 【費用】アマモ場200m²造成の場合 ・イニシャルコスト：8,196,500円 ・ランニングコスト：0円/月</p>	三重県津市御殿場海岸	株分けによるアマモ種苗の大量生産と種苗移植によるアマモ場造成技術	平成21年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	中部電力株式会社エネルギー応用研究所	2010	実証段階
41	播種・株植が不要なアマモ移植工法の現地実証実験	<p>播種や株植を中心とした従来のアマモ移植方法は、多大な労力を要し、かつ、種子や株の採取により天然のアマモ場にダメージを与えるという問題があった。そこで本研究では、従来方法の問題点を解決した新しいアマモ移植工法を開発し、三重県英虞湾において本工法の実証実験を5年間にわたり実施した。</p> <p>本移植工法は、アマモ場の海底に移植用マットを設置し、マット上にアマモ種子が落下・発芽することによりマットにアマモが定着し、このマットを移設することでアマモ移植を完了するもので、播種・株植が不要なことから既存のアマモ場にダメージを与えず、かつ、効率的にアマモ移植を実施する方法である。現地実験結果により、本移植工法により次世代にわたり生育するアマモ場が形成されることを実証した。</p>	<p>【改善対象】アマモ場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・従来のアマモ移植方法の問題点であった、天然アマモ場へのダメージ、多大な労力を要する点を解決した播種、株植が不要な新しいアマモ移植工法を開発した。 ・開発した移植工法は天然アマモとほぼ同等な密度でのアマモ移植が可能であった。 ・開発した移植工法により移植したアマモ場は、移植から2年後もアマモ群落の形成と格外が確認された。 【費用】－</p>	三重県英虞湾	アマモ移植工法	土木学会論文集 B Vol. 64 (2008), No. 3 pp. 180-191	高山 百合子, 上野 成三, 前川 行幸	2008	実証段階
42	英虞湾再生プロジェクトの研究成果紹介－コアアマモ移植によるアマモ場の造成技術	<p>コアアマモ移植によるアマモ場の造成技術では、アマモより小さく、浅場に生息するコアアマモを、干潟とアマモ場の間に増殖させる。</p>	<p>【改善対象】アマモ場の減少 【指標とする項目】底層D0 【改善目標】2mg/L(環境基準) 【効果】 ・システムの稼働開始から2ヵ月後、底層水のD0濃度は2mg/Lを上回った 【費用】－</p>	英虞湾	－	MIESC, vol.9	(財)三重県産業支援センター	2008	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
43	貝殻を利用した干潟等の浅場造成技術	カキ、ホタテ、アコヤなどの貝殻を海底表面に敷設することで、沿岸域の干潟や浅場及び海砂利採取による深堀跡の底質環境の修復・改善を行う。 使用する貝殻は、目的や環境条件などに合わせた形状（全形、粉碎）とする。岡山県において既存の干潟と貝殻を敷詰めた試験区とで、生息する底生生物などについての比較試験を現在実施している。 貝殻敷設区の底生生物は既存干潟と比べ種類数が多く、またより深い層まで生物が生息することが確認されており、貝殻敷設干潟は生物多様性の面で優れた効果を発揮すると考えられる。	【改善対象】底質の悪化、干潟・浅場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・試験区の底生生物は対象区と比べて種類数が多かった。 【費用】	－	貝殻を利用した干潟等の浅場造成技術	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	海洋建設株式会社水産環境研究所	2008	実証段階
44	製鋼スラグを用いた藻場造成・水質改善技術	製鐵スラグと浚渫土の混合材を浅場造成への基盤としての利用、鉄分等のミネラルの供給及び硫化水素の溶出抑制効果によるDOの回復を通じて、これらの複合効果による生物生息環境を改善する。	【改善対象】硫化水素の発生、生物生息環境の劣化 【指標とする項目】Fe ²⁺ 、H ₂ S、PO ₄ -P、DO、海生生物、海藻藻類 【改善目標】 ・鉄分等のミネラルの供給 ・りん酸イオンの吸着効果 ・生育数や生長量が対照区と比較して同等、もしくはそれ以上であること ・硫化水素の発生抑制によるDOの低下抑制 【効果】 ・冬季における二価鉄の供給効果 ・りん酸イオンの吸着効果と硫化物イオンの捕捉効果 ・大型海藻類の生長促進効果 ・ただし、明確なDOの低下抑制効果は確認されなかった。 【費用】－	川崎港東扇島入り江 川崎港浅野運河	製鋼スラグを用いた藻場造成・水質改善技術	平成21年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	JFEスチール株式会社、JFEミネラル株式会社	2010	実証段階
45	大阪湾阪南2区人工干潟現地実験場の生物生息機能と水質浄化に関する研究 浚渫土砂を活用した人工干潟における地形変化と底生生物の出現特性	大阪湾阪南2区人工干潟現地実験場は、自然の土砂供給が極めて少なく、塩分が比較的高い沖合に人工干潟を造成するに際して、親水機能、生物保育能、水質浄化能を今後の合理的な維持管理も含め、土木工学的に検討するために整備された。 干潟実験場は、浚渫土砂のみと海砂を覆土した2区域を設け、養浜材料別の干潟環境特性を比較できるように設計されている。 本論では造成後初期の環境把握を目的として、地形変化の追跡・底質並びに小型底生生物の継続調査を実施し、造成地層間の圧密沈下が主と想定される地形変化と特定の水深帯における小型底生生物の出現特性を検討した。 その結果、養浜材料としては浚渫土においても今後の利用可能性が示唆された。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・養浜材料としての浚渫土の利用可能性の示唆 【費用】－	－	浚渫土を利用した干潟造成	海岸工学論文集 Vol. 49 巻	岡本 庄市, 矢持 進, 大西 徹, 田口 敬祐, 小田 1 紀	2002	実証段階
46	九州地域（有明海・豊前海）における浚渫土砂を用いた干潟造成実験	浚渫土砂等を材料の一部として有効利用した干潟造成地盤では、底質改善効果が認められるとともに、水産有用種であるアサリの生息と底生生物の多様性に良好な環境が形成されると考えられた。また、造成干潟に築堤や干潟材料流出防止ネットを設置することで変動の少ない地盤が確保できると考えられた。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・干潟地盤の安定 ・アサリ、底生生物の生息場の提供 【費用】－	有明海三池港・大浦港・中津港	浚渫土を利用した干潟造成	土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 65 (2010), No. 1 pp. 1201-1205	石貫 國郎, 中島 謙二郎, 榎元 真一, 2 原和教, 岡本 恭明, 楠田 哲也, 林 重徳, 岡田 光正	2009	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
47	底泥低圧処理土を利用した人工干潟の環境改善効果の検証	沿岸域の環境保全対策の一環として進められている人工干潟の造成法として、浚渫ヘドロを干潟生物の栄養源となる資源ととらえ、この脱水ケーキと海岸の砂質土を混合して造成する資源循環型人工干潟造成工法が提案され、三重県英虞湾内で7,200m ² の造成が行われた。 筆者らは浚渫ヘドロを低圧縮力で固液分離する低圧脱水処理システムを開発した。本報は本システムで処理した低圧処理土を資源循環型人工干潟へ利用するための実用性について、32ヶ月間にわたる現地実験で物理特性の変化、底生生物の生息量の面から検証するとともに、低圧処理土で構築した人工干潟の環境改善効果を評価した。 実験より低圧処理土を用いた資源循環型人工干潟は天然砂質土干潟に比べ大型のマクロベントスが生息しやすく、高い基礎生産力を有することを確認した。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・低圧処理土を用いた資源循環型人工干潟は天然砂質土干潟に比べ大型のマクロベントスが生息しやすく、高い基礎生産力を有することを確認した。 【費用】－	－	底泥低圧処理土による干潟造成	ONLINE ISSN : 1880-6082 土木学会論文集G Vol. 65 (2009), No. 4 pp. 260-270	片倉 徳男, 村上 和男, 今井大蔵, 国分 秀樹	2009	実証段階
48	閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)－人工干潟	人工干潟による物質循環構造の修復技術。人工干潟を造成することで、2枚貝が有機懸濁物・堆積物を捕食し除去する。	【改善対象】富栄養 【指標とする項目】N・P 【改善目標】－ 【効果】 ・安定した形状の干潟を造成・維持 ・アサリ成長期に干潟1m ² 当たり窒素18.8g、リン1.86gを固定 ・一定期間毎に底質に人為的な攪乱を与え、イガイ等のマット形成を防ぐことが可能 【費用】－	兵庫県尼崎港	－	16. 閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)	上嶋英機((財)国際エメックスセンター、(独)産総研)	－	実証段階
49	閉鎖性水域に造成した捨石堤で囲われた干潟の効果と課題－尼崎臨海部の環境修復を目的とした現地実証実験－	本論では、捨石堤で囲われた実験海域を造成し、礫間接触酸化作用などによる透明度の高い親水空間の創出を試みた。さらに、当該域に浅海域の多様な物質循環機能を付加する目的で干潟を造成し、その効果を現地調査結果より評価した。ここで評価に際し、隣接して造成した人工干潟の追跡調査結果との比較を実施した。 その結果、透明度の高い親水空間の創出は可能であるものの、当該域に対して底生生物の加入が遅れることで付着藻類が繁茂し、堤内域に有機物が蓄積されやすいという課題が抽出された。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】透明度 【改善目標】－ 【効果】 ・富栄養化の進行した大阪湾奥でも透明度が高く、地形形状の安定した空間の創出が可能 【費用】－	尼崎港内	－	閉鎖性水域に造成した捨石堤で囲われた干潟の効果と課題－尼崎臨海部の環境修復を目的とした現地実証実験－	石垣衛、山本 縁、辻博和(大林組)	2003	実証段階
50	英虞湾再生プロジェクトの研究成果紹介－人工干潟の造成技術	英虞湾再生プロジェクトでは、英虞湾の立神浦に近隣で採取した有機物の豊富な浚渫土を利用して、3,000m ³ と4,200m ³ の人工干潟を造成した。 英虞湾では、潮受け堤防建設を伴う干拓や埋め立てにより、これまで干潟の70%以上が消失したことが分かっているが、英虞湾内の環境が悪化した原因の一つとして、干潟・藻場の減少による浄化機能の低下が挙げられる。 これまでの調査研究で、干潟には多様な底生生物などが生息しており、汚濁物質の分解や生物の取り込みなど、干潟は海の浄化作用に大きな役割を果たしていることが確認されている。特に、このプロジェクトでは、「海のは海に戻す」という理念のもとに、自然の力によって英虞湾の環境再生を図るため、英虞湾の浚渫土を利用して人工干潟を造成したが、その後の調査研究で、造成後に、浚渫土に含まれる豊富な有機物の分解が促進され、それを栄養として底生藻類の生産が行われ、造成前と比較して、底生生物等が個体数、種類数とも大幅に増加することが確認できている。豊かな「里うみ」として英虞湾の再生につながることを示唆された。	【改善対象】生物の生息場の減少 【指標とする項目】生物の生息 【改善目標】－ 【効果】 ・造成後に、浚渫土に含まれる豊富な有機物の分解が促進され、それを栄養として底生藻類の生産が行われ、造成前と比較して、底生生物等が個体数、種類数とも大幅に増加することが確認された 【費用】－	英虞湾	－	MIESC, vol. 9	(財)三重県産業支援センター	2008	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
51	Guadalquivir 河口 (スペイン南東部) の干潟再生における集中介入 vs 非集中介入	1980 年代には、Guadalquivir 川河口からの浚渫土が Algaida Marsh に置かれた。52ha の Algaida Marsh における生態系の再生が 2000 年に開始された。浚渫土の除去、表面の地形再生、基質の多様化及び潮流の再生等が行われた。生物の群集化は、自然の機構 (水流、魚・鳥及び昆虫の活発な分散) によって起こる。ふたつの介入レベルが隣接する区域に適用され、5 年間にわたって植生への影響が観察された。集中介入区域には、ただちに魚が群集化し (24 種、河口に生息する種の 30%)、河口域の孵化場となった。鳥は集中介入区域と非集中介入区域の双方に飛来した。91 種の、Guadalquivir 干潟に生息する種の多くが観察された。3 年のうちに、集中介入区域の干潟は <i>Spartina densiflora</i> を主とする湿地性植物に覆われた。非集中介入区域では、若干の <i>Spartina</i> が混在する <i>Sarcocornia perennis</i> の群落が見られた。結果、集中介入区域 (生態系の連続性が高い) でより進行が速かったものの、両区域において類似の植生遷移が見られた。再生の 5 年後、両区域における植生の種構成は同 1 化が進み、自然干潟の植生とわずかな相違しかなかった。非集中介入に対する集中介入の利点について、生物多様性、遷移及び費用の観点から検討する。	【改善対象】 干潟の減少 【指標とする項目】 植生、魚、鳥 【改善目標】 - 【効果】 - ・集中介入区域には、ただちに魚が群集化し (24 種、河口に生息する種の 30%)、河口域の孵化場となった。 ・鳥は集中介入区域と非集中介入区域の双方に飛来した。91 種の、Guadalquivir 干潟に生息する種の多くが観察された。 ・集中介入区域 (生態系の連続性が高い) より進行が速かったものの、両区域において類似の植生遷移が見られた。再生の 5 年後、両区域における植生の種構成は同一化が進み、自然干潟の植生とわずかな相違しかなかった。 【費用】 -	Guadalquivir 河口 (スペイン南東部)	-	Ecological Engineering, Volume 30, Issue 2, Pages 112-121	Juan B. Gallego Fernández and Francisco García Novo (Universidad de Sevilla)	2007	実証段階
52	大森ふるさとの浜辺造成事業	水分補給対策、細粒分供給対策等による人工干潟の再生技術 本事業は東京都大田区の事業である。大森ふるさとの浜辺公園として、「ふるさとの広場」「海辺の自然広場」から構成される公園整備が進められており、「海辺の自然広場」内に人工干潟を整備することとしている。 大森ふるさとの浜辺公園の整備目的は、①公園・緑地の確保、②都市防災機能の強化、③人と海の接点の回復、④水域環境の改善、である。	【改善対象】 干潟の減少 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -	大森ふるさとの浜辺公園	干潟造成	平成 18 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	五洋建設株式会社	2007	実用段階
53	沿岸における湿地生態系の自然再生事業の評価	「東京湾奥部海域環境創造事業」 国土交通省千葉港湾事務所が東京湾奥部の環境改善・創造するために、中ノ瀬航路浚渫土砂 (約 80 万 m ³) を用いて覆砂造成や海浜造成を行い良好な海域環境を創造することを目的としている。平成 14 年度には 2 回の準備委員会、15 年度には 4 回の検討委員会と 2 回の技術検討委員会を経て、浦安市舞浜沖に環境再生計画を決定した。	【改善対象】 干潟の減少 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -	東京湾奥部	干潟造成	第 51 回日本生態学会大会 釧路大会	野原 精一	2004	実用段階
54	Sonoma Baylands (カリフォルニア、サンフランシスコ湾) における干潟の再生	Sonoma Baylands 事業では、200 万 m ³ の浚渫土を用いて干潟が再生された。サンフランシスコ湾における第 1 世代の再生事業の広範なレビューに基づき、これら初期事業の教訓を取り込んで設計された。 Baylands 事業は、干潟が広範な潮間帯システムとともに発達するための枠組みとして埋立地が機能するよう、従来の事業よりもずっと少量の浚渫土を用いた。事業計画はまた、風による波を破碎し、堆積速度を増大させるため、いくつも連なった半島 (砂嘴) をつくった。本事業の対象種は、絶滅の危機に瀕する California clapper rail 及び salt marsh harvest mouse である。浚渫土の使用により生息場形成の時間が数十年短縮された。Sonoma Baylands 事業は、技術者たちの方針変更を求めた。 Oakland 港における大規模航行改良事業の一部として干潟事業を追加した場合、その実費用は全事業費の 5% 増となった。本事業における科学的・政治的問題の両方について検討する。	【改善対象】 干潟再生 【指標とする項目】 California clapper rail, salt marsh harvest mouse 【改善目標】 - 【効果】 - ・浚渫土の使用により生息場形成の時間が数十年短縮された。 【費用】 - ・Oakland 港における大規模航行改良事業の一部として干潟事業を追加した場合、その実費用は全事業費の 5% 増となった。	Sonoma Baylands、Oakland 港 (サンフランシスコ)	-	Ecological Engineering, Volume 15, Issues 3-4, Pages 373-383	Laurel Marcus (Laurel Marcus and Associates)	2000	実用段階
55	Hambleton 島の再生: 初めての干潟創造事業にみる環境上の課題	著者は、1971 年の初め、ミネソタ大学 (ミネアポリス) における化学の教授職を辞め、Hambleton 島において 1 年間のサバティカルを開始した。著者にとっての新しい仕事となった本プロジェクトは、Teal らの「塩性湿地の誕生と死」に影響されて始まったものである。 本事業を実施するため、メリーランド州及び陸軍工兵部隊から必要な許可を得、著者のポスドク研究員と大学院生も加わって、侵食のため 2 つに分割されてしまった Hambleton 島を 0.8ha の汽水性干潟の再生によりひとつにする事業に取り組んだ。これは、植物を育てたこともなく、初めは干潟について何も知らなかった 3 人の化学者による干潟再生の話である。 著者は、1972 年、公共の非営利法人 Environmental Concern Inc を設立し、2003 年には、主にアメリカ東部において、700 以上の湿地及び干潟を建設 (創造、再生、改良) した。	【改善対象】 干潟再生 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - ・公共の非営利法人 Environmental Concern Inc を設立し、2003 年には、主にアメリカ東部において、700 以上の湿地及び干潟を建設 (創造、再生、改良)。 【費用】 -	Hambleton 島 (米国、メリーランド州)	-	Ecological Engineering, Volume 24, Issue 4, Pages 289-307	Edgar W. Garbisch (Environmental Concern Inc.)	2005	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
56	人工海浜築造工事における海洋汚濁防止計画	当工事は、人工海浜築造工事である。覆砂により底質と水質の改善を図り、同時に海洋性レクリエーションの場の創出を目的としている。 この工事のポイントは、堆積汚泥の隆起、側方流動、水中拡散による海洋汚濁等の現象を未然に防止しつつ完全に汚泥を封じ込めることであった。しかし、同種工事の施工例は少なく実施工に先立ち試験工事を実施した。この試験結果を実施工にフィードバックすることにより、海を汚すことなくしかも汚泥が完全に封じ込められた高品質の人工海浜が築造できた。 本稿では、水中ブルドーザー及び砂散布台船の適用性に関する試験工事と本工事の実績について報告する。	【改善対象】水質及び底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	－	水中ブルドーザー、砂散布台船	土木学会年次学術講演会講演概要集第6部 Vol: 53巻	栖原 秀郎, 飯塚 嘉雄	1998	実用段階
57	干潟砂面安定化のためのネット敷設機械	干潟砂面の安定化(表土の流出防止)や生態系創出(藻場造成、二枚貝増殖等)を目的とした、干潟上にネットを敷設するための技術。 従来の技術では、1日・2人で施工できる面積は数百㎡であったが、新技術では数千㎡が可能となる。(従来の5~10倍の面積)	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・干潟砂面の安定化 【費用】 ・イニシャルコスト: 2,733,640円/ha	－	干潟砂面安定化のためのネット敷設機械 (QSK-090001-A)	NETIS 新技術情報提供システム	サカイオーベックス株式会社、社団法人マリノフォーラム 21	2008	実用段階
58	創生された人工干潟に乾ける環境変動のメカニズムに関する研究	有明海の疲弊が問題化されている中、その干潟環境の改善に向けての対策法の開発を目的として、人工干潟を創生し、その人工干潟の環境モニタリングを実施して環境変動の動態把握と変動のメカニズムについての検討を行った。 研究の対象とした人工干潟は、底質の外部からの搬入ではなく、埋立地の掘削により作り出された、全国的に例の少ないものである。 この人工干潟では、地盤高、底質など生物生息環境の多様性を人為的に創生することによって、ごく近傍の干潟では見られないような生物を含む多様な生態系が、1年余りの期間でも出現し、マクロ的な評価法ではあるが、生物が水・底質の浄化に寄与していることを確認できた。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・多様な生態系の創生 【費用】－	－	干潟造成	海岸工学論文集 Vol: 51巻	滝川 清, 増田 龍哉, 田中 健路, 弥富 裕二	2004	実証段階
59	閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)－流況制御	埋立地の一部開削・遊水地造成による流況制御	【改善対象】水質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・埋立地における一部開削、遊水地造成が港内の海水交換に有効 ・下水処理施設からの放流位置を変えることが港内の栄養塩類の滞留改善に有効 【費用】－	兵庫県尼崎港	－	16. 閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化 (環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)	上嶋英機((財)国際エメックスセンター、(独)産総研)	－	実証段階
60	以前堤防があった土地における海岸線再生促進のための浚渫土の有効利用	アメリカ全土で、これまで農地の排水のための堤防があった土地が、沿岸域の干潟として再生されている。そのような事例のひとつが、デラウェア湾南部に位置する Commercial Township Salt Hay Farm (CTSHF)1である。これらの現場でよく問題になるのが、長期間にわたる浸水の欠如、堆積発生、重機による圧縮により生じる海拔の低下及び大気への暴露による酸化である。 海水の再導入により、数m以上が消失するこれらの地域は、湿地環境に戻る前の長い間、開水面及び干潟となる。消失の程度の違いによってもまた、植生が少しもしくはほとんどない干潟、自然の地形に類似した干潟等、湿地の平面図は大きく変化する。湿地再生過程における浚渫土の利用可能性はいくつかある。例えば、低海拔における堆積物量の改善、海岸線再生の加速、干潟地形の改良、当該干潟タイプに生残を依存する生物種の退避地の提供、人々及び所有地の現地外での保護のための高地堤防の海拔増加、及び浸食率提言のための海岸線の安定化など。これらが、本報の題材である。 水路水深確保事業により生じる浚渫土は全国的に豊富にあり、主要港の維持浚渫、現地の建設及びその他の事業の存在は、浚渫に対する需要と湿地のリハビリテーション及び再生を結びつけるチャンスを提供する。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	アメリカ	－	Ecological Engineering, Volume 19, Issue 3, Pages 187-201	Michael P. Weinstein(New Jersey Marine Sciences Consortium) and Lee L. Weishar (Woods Hole Group)	2002	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
61	干潟なぎさ線の回復技術実証試験	本研究では、海岸線の人工化によって失われた、本来水辺や海岸線にあたる潮間帯から潮上帯までの緩やかで連続した地形（なぎさ線）を創造することによって、生物や塩生植物等の生息場を復元し、干潟生態系が有している自己再生機能（浄化機能）を回復させる技術を確認することを目的としている。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】生物の生息 【改善目標】－ 【効果】 ・絶滅危惧種や希少種も多数確認。 ・アサリやマテガイなどの有用水産種も確認。 【費用】－	熊本港の東側と北側	－	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	滝川 清（熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター）ら	－	実証段階
62	人工干潟における底生動物生息環境の改善に関する実証実験	干潟等の浅海域は、多様な生物の生育・生息の場、高い水質浄化機能を有する場として近年特に注目を集めている。そこで、これらの機能の創出について検討するために、人工的に干潟を東京都内湾の運河沿いに造成し検討を行ってきた。 本実証実験では、底生動物の生息環境の改善を目的として、人工干潟の潮上帯より岸側の潮汐の影響を受けない地盤高の位置に貯水槽を設け干潟内に常時給水する装置を導入することにより、その効果を検証した。	【改善対象】干潟の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・干潟潮上帯上部の保湿性の向上 【費用】－	東京湾運河	干潟造成	海岸工学論文集 Vol: 53 巻	市村 康, 木幡 邦男, 木村 賢史, 小泉 知義, 樋渡 武彦	2006	実証段階
63	ヴェニス潟（イタリア）の塩性湿地に設置された潮間帯堆積物フェンスが堆積物上昇及び植生分布に与える影響	ヴェニス潟（イタリア）の潮間帯において、1994～1994年にわたり、フェンスが堆積上昇及び植生成立に与える影響を調査した。 堆積－浸食表（sedimentation erosion table: SET）によれば、保護された潮間帯では、28ヵ月を経て5.7cmの堆積（2.5cm/年）が測定された。近隣の保護されない潮間帯では、-0.7cm（0.3cm/年）であった。フェンスの一部を破壊した嵐の後、海抜は両区域で同様に低下した。修復の後、保護された潮間帯においてのみ海抜が上昇した。 1年後及び3年後、植生の被度（主に <i>Salicornia veneta</i> , <i>Sarcocornia fruticosa</i> 及び <i>Atriplex portulacoides</i> ）は、対照域と比べ、保護された潮間帯域の端において高かったが、違いは顕著ではなかった。	【改善対象】湿地の浸食 【指標とする項目】海抜 【改善目標】－ 【効果】 ・保護された潮間帯では、28ヵ月を経て5.7cmの堆積（2.5cm/年） ・植生の被度（主に <i>Salicornia veneta</i> , <i>Sarcocornia fruticosa</i> 及び <i>Atriplex portulacoides</i> ）は、対照域と比べ、保護された潮間帯域の端において高かったが、違いは顕著ではなかった。 【費用】－	ヴェニス潟（イタリア）	－	Ecological Engineering, Volume 16, Issue 2, Pages 223-233	Francesco Scarton (SELC, Inc.)	2000	実証段階
64	鉄鋼スラグ製品による海域環境再生事業	・浚渫土と鉄鋼スラグの混合技術：浅場、サンゴ造成礁に適用 ・鉄鋼スラグ水和固化体（人工石材）：魚礁、藻礁に適用 ・鉄鋼スラグ炭酸固化体：藻礁、サンゴ造成礁に適用	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・生物生息量の増加（N、P 利用ポテンシャルの増加） ・漁獲量の増加 【費用】－	－	鉄鋼スラグ製品による海域環境再生事業	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	JFE スチール株式会社	2009	実証段階
65	重金属を含む食品加工廃棄物の藻・魚礁化技術の開発	イカ・タコ内臓などの重金属を含む食品加工廃棄物を、セメントや混和剤と混合し型枠に充填後硬化させると、セメントのアルカリによりカドミウムなどの重金属の溶出が起きない。これを藻・魚礁として利用する。 本事業によるコンクリート製藻・魚礁は、イカ・タコ内臓などに含まれている栄養分を藻・魚礁中に蓄え、徐々に海水中に供給することが可能であるという点にその特徴と新規性がある。この栄養分の貯蔵庫としての機能により昆布藻類の定着をより促し、また、栄養分を徐々に海水中に供給可能であることから貧栄養海域での中長期的な定着も期待できる。さらに、これまで焼却・埋立て処分されてきたイカ・タコ内臓などの食品加工廃棄物を安全な形で海洋還元することが可能になり、未利用海洋資源の有効な活用方法としても期待できる。	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・埋立処分されていたイカ・タコ内臓などを魚礁として利用することが可能 【費用】－	－	重金属を含む食品加工廃棄物の藻・魚礁化技術の開発	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	川辺コンクリート株式会社	2008	実証段階
66	NA クリートによる環境改善効果について	NA クリートは石炭灰と製鋼スラグなどの産業副産物を大量に使用したコンクリートであり、これまで消波ブロック等重量コンクリートとして多数採用されている。NA クリートは鉄分を多く含み、藻類の着生・生育環境が改善されることが期待される。 本研究では、NA クリートによる環境改善の確認及び評価を確認するため、NA クリート製の魚礁ブロックを実海域に設置した。 魚類及び藻類調査を実施した結果、NA クリートは普通コンクリートよりも多くの生物が確認でき、環境改善効果が高いことが分かった。	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・生物の増集 【費用】－	－	魚礁ブロック	土木学会年次学術講演会講演概要集第 5 部 Vol: 58 巻	安野 孝生, 斉藤 直, 池田 陵志, 松崎 和征	2003	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
67	人工中層海底 (JF シェルナース) による閉鎖性海域における生物生息環境の改善技術	海域の底層が貧酸素状態にあっても中層ではある程度、酸素濃度が高いことが知られている。その中層に貝殻を使用した生物培養基質を取り付けた人工中層海底を設置することによって、中層域に生物を生息させることが出来るようになる。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 底生生物の個体数、湿重量、種類数 【改善目標】 ・生物個体数：対照区の概ね2倍 ・生物湿重量：対照区の概ね2倍 ・生物種類数：対照区の概ね2倍 【効果】 ・生物個体数、湿重量、種類数の有意な増加 (対照区の2倍以上) 【費用】 ・イニシャルコスト：425,106円 ・ランニングコスト：0円/年	兵庫県芦屋市南芦屋浜	人工中層海底による閉鎖性海域における生物生息環境の改善技術	平成20年度環境技術実証モデル事業閉鎖性海域における水環境改善技術分野閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	海洋建設株式会社	2009	実用段階
68	貝殻魚礁 JF シェルナース	カキ、ホタテ、アコヤなどの貝殻を通水性のケースに充填してシェルナース基質とする。そのシェルナース基質をパネル状に組み立てて、魚礁等の構造物 (JF シェルナース) とし、海底に設置する。 シェルナース基質の貝殻の隙間には貝類、多毛類 (ゴカイ等)、甲殻類 (エビ・カニ等) などの多くの固着・潜行動物が生息し、これらの小型動物により海中の有機懸濁物が分解される。小型動物は魚類の餌として捕食され、さらに魚類が漁獲されることにより、湾内の有機物が陸上へと回収される。また、シェルナース基質には海藻が強固に着生する特徴がある。	【改善対象】 生物生息場の減少 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・水産資源の増殖効果 ・海藻着床による水質浄化機能 ・漁獲による経済効果 【海域以外の環境改善効果】 ・貝殻の廃棄処理費用の軽減及び陸域の環境改善 ・水産系バイオマス資源の有効利用 【費用】 1,818,000円 (平成20年5月時点)	-	貝殻魚礁 JF シェルナース	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	海洋建設株式会社	2009	実用段階
69	生物共生護岸の創造	老朽化した護岸や棧橋の改修時に、環境面並びに防災面の強化を図る工法技術の特徴 ・水生植物や水生生物の生育・生息の場を確保するための護岸構造様式には、所々に潮だまりや泥だまりを配した捨石による築堤や、生物や水、空気が出入りするための隙間や植栽スペース、干潟機能などを持つブロックタイプがある。 ・生物共生護岸の付加価値として、老朽化した既設鋼矢板護岸の耐久性の向上、自然とふれあいやすい護岸で親水性の向上、護岸の景観向上などが挙げられる。	【改善対象】 生物生息場の減少 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・老朽化した既設鋼矢板護岸の耐久性の向上 ・自然とふれあいやすい護岸で親水性の向上 ・護岸の景観向上 【費用】 -	東京都運河、千葉県市川市	生物共生護岸の創造	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	五洋建設株式会社	2007	実証段階
70	ネットブルリーフ 2.0mS 型 (16t タイプ)	構造内部に空間を有する魚礁由来の形状である為、高い魚類集積効果が期待でき、人工リーフで従来用いられてきた他のブロックの基本性能である安定性、及び海岸の自然な景観を保ちながら消波効果が期待できる人工リーフ機能、又藻場着生基質材となるポーラスコンクリートを表面に付加することにより、凹凸面が海藻胞子の着生効果を高める。	【改善対象】 生物の生息場の減少 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・水産生物が生息する空間が保持されており、高い魚類集積効果の期待、又着生基質材の付加によって藻場造成機能の増大、水質改善、水産生物の保護・育成が期待できる。 【費用】 ・積算条件 基礎工：捨石投入は水深 6.0～8.0m、捨石天端幅 25m、天端延長 40m、ブロック天端高は平均潮位-2.0m 据付工：海上輸送距離を岸壁から施工箇所まで 10km ・イニシャルコスト 直接工事費：42,781,952円	-	ネットブルリーフ 2.0mS 型 (16t タイプ) (KK-050082-A)	NETIS 新技術情報提供システム	丸一建設株式会社	2003	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
71	環境型・消波根固ブロック	環境型・消波根固ブロックは、表面に溝(スリット)を付加した消波・根固ブロックで、防災機能に加え、多様な水生生物の生息環境の提供や藻場造成機能の向上に貢献し、豊かな生態系・水辺環境の創造に寄与する事が可能である。適用箇所は、消波工、被覆工、護岸根固工、人工リーフ工、藻場造成工などである。	【改善対象】生物生息場の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・微細藻類や貝類、動物類など水生生物にとって最適な生息空間を提供 【費用】 中空三角ブロック 10t : 99,377 円/個	－	環境型・消波根固ブロック (KKK-070002-A)	NETIS 新技術情報提供システム	株式会社チスイ	1996	実用段階
72	粗朶撈工による細粒分捕捉技術の開発と実証実験	本研究は、古来の干拓技術として用いられていた粗朶撈工(そだがらみ)の原理を応用し、これを干潟上に設置することで深水域の底質環境の改善を目指し、その効果を明らかにすることにある。また、粗朶撈工内は静穏場となることが予想されるため、漁獲量が著しく減少したアゲマキ貝の浮遊幼生の着床場となることが期待される。	【改善対象】底質の悪化、生物生息場の減少 【指標とする項目】生物の生息 【改善目標】－ 【効果】 ・荒天時期を除いて、基本的に粗朶撈工内は懸濁物が堆積する傾向(堆積速度 0.45mm/day) ・粗朶撈工方向に懸濁物が輸送され、沈降・堆積 ・巢穴密度は、粗朶撈工内で約 53 個/m ² 、対象区と比べ 2 倍以上 【費用】－	有明海湾奥部飯田海岸	粗朶撈工(そだがらみ)	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	林 重徳(佐賀大学低平地研究センター)ら	－	実証段階
73	人工中層海底によるカキ養殖場沈降物量の軽減能評価-設置後半年間の調査から-	カキ養殖にともなう沈降有機物の海底への負荷を低減するため、それらの中層で捕捉・分解する装置「人工中層海底」を設置した。設置後 4 ヶ月は海底堆積物の有機物量が減少した。物質収支計算を行ったところ、沈降有機物の 6~8% が人工海底上に物理的に保持され、5~10% がバクテリアによって分解され、その結果、直下の海底は本来の海底に比べて 6~9% の有機負荷が軽減されたと見積もられた。しかし、4 ヶ月以降は、沈降物量が増加した。その理由として、冬季の水温低下によるバクテリアの有機物分解活性の低下、付着藻類や懸濁物食者の増加、が考えられた。	【改善対象】カキ養殖にともなう有機物負荷 【指標とする項目】沈降有機物 【改善目標】－ 【効果】 ・試験区における有機負荷が対象区に比べて 6~9%軽減 【費用】－	－	人工中層海底	日本水産学会誌 Vol. 75 (2009), No. 5 pp. 834-843	山本 民次, 笹田 尚平, 原口 浩一	2009	実証段階
74	海洋環境再生及び資源生産のための海藻及びイガいの養殖	タラント(イタリア南部)の Mar Piccolo は汚染された閉鎖性海域として典型的な水域である。我々が提案するバイオテクノロジーは主に、当該水域に自然に生息する大型藻類の Gracilaria verrucosa と、当該水域で長い間養殖されてきたイガいの Mytilus galloprovincialis の養殖を利用したものである。イガいは、細かい粒子を取り除く能力が高い。不運なことに、集中的なイガイ養殖はアンモニアによる汚染を引き起こした。我々は、ここに Gracilaria とイガいの複合養殖の利点があると考え、Mar Piccolo におけるイガイ養殖については広範な科学的・技術的情報が存在するが、Gracilaria についてはそうではない(これまでに試されたことがない)。以上の理由により、1993 年、Second Inlet の自然群落から収穫可能な Gracilaria の品質評価を始め、これらの結果に基づき、1994 年に養殖実験を開始した。本報では、Mar Piccolo における Gracilaria の吊り下げ養殖及びイガいの長列養殖を用いた統合的な養殖システムの適用可能性を検討・評価する。	【改善対象】水質の悪化 【指標とする項目】濁度、アンモニア 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	Mar Piccolo (イタリア南部、タラント)	－	International Journal of Environmental Studies, Volume 52, Issue 1 - 4, pages 297 - 310	Vincenzo Cuomo (Ecolmar e R & D, Napoli, Italy) ら	1997	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
75	養殖における生態工学:海藻を用いた養殖集中域からの栄養塩除去	<p>大規模な養殖システムの集中は、往々にして環境への悪影響につながりうる。スループットベースのシステムとして定義される魚及びエビの集中的な養殖は、継続的もしくはパルスのに栄養塩を排出し、沿岸部の富栄養化に加わる。代替の処理法として、この排水の溶解成分を除去するために海藻を用いることができる。</p> <p>本報では、集中的な養殖システムにおいて海藻をバイオフィルターとして使用した2つの成功事例について論じる。1つ目の事例は、Gracilaria とサケの複合養殖であり、生産速度は48.9kg/m²/a、溶解性アンモニウム除去率は冬に50%、夏に90-95%に達した。2つ目の事例では、Gracilaria は22tの魚養殖場近くに設置したロープ上に養殖され、成長速度が対照系より40%高まった。</p> <p>本結果を外挿すれば、1haのGracilaria養殖により、年間34t(乾燥重量)の収穫が得られ、放出された溶解性窒素の6.5%が同化される。この生産量及び同化量は、Gracilariaの単一養殖の倍以上である。マングローブや海藻が集中的なエビ養殖池からの排水フィルターとなる可能性についても論じている。このような生態工学に基づいた手法は、集中的な養殖による環境影響を緩和できると考えられるものの、継続的な研究が必要である。</p>	<p>【改善対象】 養殖場からの排水</p> <p>【指標とする項目】 同化量、溶解性アンモニウム</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> Gracilaria とサケの複合養殖において、生産速度は48.9kg/m²/a、溶解性アンモニウム除去率は冬に50%、夏に90-95% Gracilaria が魚養殖場(22t)近くに設置したロープ上に養殖され、成長速度が対照系より40%増加 <p>【費用】 -</p>	-	-	Journal of Applied Phycology, Volume 11, Number 1	M. Troell (Department of Systems Ecology, Stockholm University)ら	1999	実証段階
76	外海で養殖される紅藻、Porphyra yezoensis のバイオリメディエーションによる溶解性無機栄養塩の除去効率	<p>大規模 Porphyra 養殖における外海からの無機窒素・リンの除去容量及び除去効率について調査した。本調査は、2002~2004年の間、金銭価値の高い紅藻 Porphyra Yezoensis を大規模に養殖する Lusi 海岸(中国江蘇省啓東市)のノリ養殖場(300ha)において実施された。</p> <p>海藻の養殖によって栄養塩濃度は顕著に低下した。P. yezoensis を養殖していない期間には、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N 及び PO₄-P の濃度はそれぞれ、43-61、1-3、33-44 及び 1-3 μmol/L であった。Porphyra 養殖域内では、養殖期の平均栄養塩濃度は、NH₄-N 20.5 μmol/L、NO₂-N 1.1 μmol/L、NO₃-N 27.9 μmol/L、PO₄-P 0.96 μmol/L であり、養殖をしていない期間に比べ顕著に低下していた (p<0/05)。対照区と比較し、Porphyra 養殖場では、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P がそれぞれ、50-94%、42-91%、21-38%、42-67%減少した。Lusi 海岸から収穫された Porphyra thalli の窒素・リン含有量(乾燥)は、平均して6.3%及び1.0%であった。窒素含有量には顕著な月間変化があったが、リンではなかった (p>0.05)。最も高い含有量は、12月の7.65%であり、最も低い値は4月に観測された4.85%であった。2003~2004年の間、P. yezoensis の年バイオマス生産量は、Lusi 海岸において約800kg-dry wt/haであった。2003~2004年の間、Lusi 海岸の300haの養殖場から、平均で14,708.5kgの窒素と2,373.5kgのリンがP. yezoensis バイオマスとして収穫された。</p> <p>これらの結果から、Porphyra は効率的に過剰な栄養塩類を富栄養化した沿岸域から除去していることが示唆された。したがって、P. yezoensis の大規模養殖が経済的に沿岸の富栄養化を緩和することができるであろう。</p>	<p>【改善対象】 富栄養</p> <p>【指標とする項目】 栄養塩</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 対照区と比較し、Porphyra 養殖場では、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P がそれぞれ、50-94%、42-91%、21-38%、42-67%減少した。 Lusi 海岸から収穫された Porphyra thalli の窒素・リン含有量(乾燥)は、平均して6.3%及び1.0%であった。窒素含有量には顕著な月間変化があったが、リンではなかった (p>0.05)。 2003~2004年の間、Lusi 海岸の300haの養殖場から、平均で14,708.5kgの窒素と2,373.5kgのリンがP. yezoensis バイオマスとして収穫された。 P. yezoensis の大規模養殖が経済的に沿岸の富栄養化を緩和することができるであろう。 <p>【費用】 -</p>	Lusi 海岸 (中国江蘇省啓東市)	-	Water Research, Volume 42, Issues 4-5, Pages 1281-1289	Peimin He (Shanghai Fisheries University)	2008	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
77	循環水を用いた Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Solieriaceae) と魚の複合養殖による栄養塩除去	<p>紅藻 <i>Kappaphycus alvarezii</i> による栄養塩除去の性能について、<i>Trachinotus carolinus</i> fish 養殖場の排水処理において検証し、カラギナン（紅藻類から抽出される有用成分）生産を分析した。</p> <p>実験は、約 1,200 匹の魚 (30g/匹) の入った 8,000L の水槽 4 つと、そこに連結された 700g の <i>K. alvarezii</i> が入った 100L の水槽 3 つを連結させて実施した（各水槽のバイオマス量は初期値）。海水は海藻と魚の水槽の間で循環された。対照実験として、開放系で海水を循環させた水槽を 3 つ用意した。10 日間にわたって流入水及び流出水から海水試料を採取し、硝酸、亜硝酸、アンモニウム及びリン酸の濃度を測定した。両取水地点間の大きな差は、海藻の栄養塩除去によるものと考えられた。海水及び排水で養殖された海藻を用い、成長速度及びカラギナン生成を分析した。</p> <p>水槽で養殖された海藻の成長速度は開放系で得られた海藻及び実験室で養殖された海藻に比べ、成長速度が遅かった。排水は、対照系に比べ、硝酸・亜硝酸の濃度が約 100 倍高かった。栄養塩除去量の最大値は、硝酸=18.2%、亜硝酸=50.8%、アンモニウム=26.8%。実験期間を通じて全ての植物が生残したが、“ice-ice”（物理的ストレスに関連した病気）にかかったものもあった。実験期間後、いくつかの植物を選び、外海で 40 日間養殖したところ、栄養塩不足が示唆された。海水と排水で養殖された <i>K. alvarezii</i> のカラギナン生成量に顕著な差は見られなかった。本結果により、<i>K. alvarezii</i> は魚養殖排水のバイオフィルタとして利用でき、富栄養化を抑制し、漁業に新たな利益をもたらすカラギナン製品として加工可能であることが示された。</p>	<p>【改善対象】 富栄養 【指標とする項目】 栄養塩 【改善目標】 - 【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 排水は、対照系に比べ、硝酸・亜硝酸の濃度が約 100 倍高かった。栄養塩除去量の最大値は、硝酸=18.2%、亜硝酸=50.8%、アンモニウム=26.8%。 実験期間を通じて全ての植物が生残したが、“ice-ice”（物理的ストレスに関連した病気）にかかったものもあった。 海水と排水で養殖された <i>K. alvarezii</i> のカラギナン生成量に顕著な差は見られなかった。 本結果により、<i>K. alvarezii</i> は魚養殖排水のバイオフィルタとして利用でき、富栄養化を抑制し、漁業に新たな利益をもたらすカラギナン製品として加工可能であることが示された。 <p>【費用】 -</p>	-	複合養殖、有用成分抽出	Aquaculture, Volume 277, Issues 3-4, Pages 185-191	Leila Hayashi (Universidade de Sao Paulo) ら	2008	実証段階
78	中国北部沿岸水域における大型藻類 <i>Gracilaria lemaneiformis</i> (Phodophyta) と fed fish の複合養殖によるバイオリメディエーションの可能性	<p>Fed fish 養殖場では、溶解性無機窒素・りんを含む大量の廃棄物が生じる。中国では、過去 10 年間で沿岸水域における魚養殖が増加してきた。しかし、温暖期に中国北部で商業的に養殖されている大型藻類はない。栄養源として魚養殖場を開発するとともに、富栄養化のリスクを低減するため、中国北部の温暖期において、高温適応性紅藻 <i>Gracilaria lemaneiformis</i> (Bory) Dawson を <i>Sebastes fuscescens</i> とともに複合養殖した。<i>G. lemaneiformis</i> のバイオリメディエーション能力を評価するため、実験室環境で成長及び魚養殖水からの栄養塩の除去を調査した。海藻養殖と fed fish 養殖統合の実現可能性についても現場で調査した。</p> <p>室内複合養殖実験により、海藻が効果的な栄養塩ポンプであり大部分の栄養塩を系外に除去できることが示された。現地養殖試験により、<i>G. lemaneiformis</i> は非常に良好に成長し、最大成長速度は 11.03%/day であった。Jiaozhou 湾で養殖された thalli (葉状体) 中の炭素、窒素及びりん平均含有率 (乾燥) はそれぞれ、$28.9 \pm 1.1\%$、$4.17 \pm 0.11\%$、$0.33 \pm 0.01\%$ であった。thalli の平均窒素・りん吸収速度はそれぞれ、$10.64 \mu\text{mol} / \text{g}/\text{dry wt}$ 及び $0.38 \mu\text{mol} / \text{g}/\text{dry wt}$ であると予測された。本結果から推測すると、1ha の海藻養殖場における <i>G. lemaneiformis</i> の年間収穫量は 70 t (乾燥重量 9 t) となる。同時に、海藻により海水から窒素 0.22t、りん 0.03t が除去される。本結果により、魚との複合養殖により、海藻がバイオリメディエーション及び経済的多様化の良い対象であることが示唆された。複合養殖は、中国北部水域の温暖期において、持続可能なやり方で経済及び環境に利益をもたらすことができる。</p>	<p>【改善対象】 栄養塩 【指標とする項目】 硝酸、リン酸 【改善目標】 - 【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 結果から推測すると、1ha の海藻養殖場における <i>G. lemaneiformis</i> の年間収穫量は 70 t (乾燥重量 9 t) となる。同時に、海藻により海水から窒素 0.22t、りん 0.03t が除去される。魚との複合養殖により、海藻がバイオリメディエーション及び経済的多様化の良い対象であることが示唆された。 <p>【費用】 -</p>	中国北部沿岸水域	複合養殖	Aquaculture, Volume 252, Issues 2-4, Pages 264-276	Yi Zhou (Chinese Academy of Sciences) ら	2006	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
79	RAS 排水のための一相汚泥脱窒法の開発ーラボ実験 vs. モデル予測	<p>典型的な再循環養殖システム (RAS) から生じる有機廃棄物によって脱窒を促進 (電子供与体として機能: 一相汚泥脱窒) するため、ラボスケールの活性汚泥型反応器が用いられた。本実験結果を化学量論ベースのモデルによる予測結果と比較した。</p> <p>モデルによって予測されたように、反応器の性能は、用いた平均汚泥滞留時間 (SRT) と強い相関があることがわかった。測定された脱窒速度は、モデル予測に非常によく一致していた。4 日という比較的低い SRT で、590mgN/Lreactor/d もある速い硝酸除去速度が観測された。大気拡散及び流入水を模擬した流れとして反応器に侵入した酸素は、脱窒に利用可能な有機物を減少させ、脱窒速度が低下した。この干渉作用は、長い SRT 下で顕著になった。液相に放出された過剰なアンモニアの大部分は、無酸素状態が後半に広がると、(おそらく、アナモックス細菌による) アンモニア化成により酸化され、TAN (全酸価) の大きな低下が生じた。液相へのリン酸の放出量は予測よりもずっと少なく、通常以上の細菌によるりん同化があったことが示唆された。反応は、硝酸濃度が 1.5~2.0mgN/Lreactor 以上の時は 0 次反応であることがわかった。結果をまとめると、RAS 排水を処理するための集中的一相汚泥脱窒は技術的に実現可能であり、そのプロセスは、養殖場からの排出される栄養塩及び有機負荷の両方を除去するための経済的な解決策である。本手法の主な利点は、望まない副産物の生成が最小限であること、反応器の容積の小ささ及び制御・運転の簡単さ等である。さらに、本プロセスは、概念的な数学モデルによってうまく説明することができるため、どのような RAS 設計への適用も可能である。</p>	<p>【改善対象】 栄養塩 【指標とする項目】 窒素 【改善目標】 - 【効果】 ・測定された脱窒速度は、モデル予測に非常によく一致していた。 ・4 日という比較的低い SRT で、590mgN/Lreactor/d もある速い硝酸除去速度が観測。反応器に侵入した酸素は、脱窒に利用可能な有機物を減少させ、脱窒速度が低下。この干渉作用は、長い SRT 下で顕著になった。 ・主な利点は、望まない副産物の生成が最小限であること、反応器の容積の小ささ及び制御・運転の簡単さ。 ・数学モデルによってうまく説明することができるため、どのような RAS 設計への適用も可能。 【費用】 -</p>	-	相汚泥脱窒	Aquaculture, Volume 259, Issues 1-4, Pages 342-353	Sivan Klasa (Technion) ら	2006	実証段階
80	環境保全型複合エコ養殖	<p>養魚場周辺で海藻や貝類を栽培して水質を浄化し、生態系のバランスを整えると同時に、その海藻を魚介類の餌として利用する養殖技法である。水質浄化による環境保全と健康な魚を育てる養殖産業の両立が可能な方法である。</p> <p>複合エコ養殖では、ブリ生簀周辺でワカメ、コンブ、アオサなどの海藻を周年にわたって栽培することがポイントとなる。すなわち、養殖魚から排出される糞尿や残餌から溶け出した栄養塩を海藻によって吸収する。海藻には病原菌や赤潮を抑制する効果もある。育った海藻は、アワビ類、ウニや養殖魚の餌としてリサイクルすることによって、より生産性も高まる。</p>	<p>【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -</p>	-	環境保全型複合エコ養殖	平成 19 年度産業界公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	鹿児島大学水産学部(門脇秀策教授)	2008	実用段階
81	透水性砂浜海岸の水質浄化効果及び砂移動特性に関する実験的研究	<p>本来自然の海水浄化機能は陸と海の接点である水際に負うところが大きい。そこで本研究では、現在の海岸線で自然の浄化機能を図り、さらに景観や親水性を回復するために透水性ブロックと砂層からなる、透水性砂浜海岸の導入を提案している。</p> <p>本研究では室内実験により透水性砂浜海岸の汚濁水浄化効果の確認と、砂層のない場合の透水性砂浜海岸の海底砂の上部移動の検討、さらに打ち上げ後の波の移動速度の測定を行った。</p>	<p>【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 海域の水質改善 【改善目標】 - 【効果】 - 【費用】 -</p>	室内実験	透水性砂浜海岸	土木学会年次学術講演会講演概要集第 2 部 Vol: 47 巻	横田 昭人, 三浦 裕二, 岩井 茂雄	1992	研究段階
82	お台場海浜公園における海域浄化実験	<p>・海水浄化プラントを有明水再生センター内に設置し、原水は運河から取水した。海水浄化プラントで浄化した海水を、お台場海浜公園の浄化実験区域内へ放流し、浄化の効果を検証した。</p> <p>・浄化実験区域は、お台場海浜公園の南東部の海域及び砂浜の一部である。</p> <p>・実験期間は、平成 15 年度から 3 年間である。</p>	<p>【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 COD、ふん便性大腸菌群 【改善目標】 - 【効果】 ・COD の低減 ・糞便性大腸菌群に対する消毒効果 【費用】 ・イニシャルコスト: 約 576,000 千円 ・ランニングコスト: 約 63,000 千円 (各年、調査費用を含む)</p>	東京都お台場海浜公園	お台場海浜公園における海域浄化実験	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	東京都、株式会社荏原製作所	2009	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
83	閉鎖性海域における汚染懸濁物(SS)の除去のためのろ過システムの開発	海水水質は、重金属、多環式芳香族炭化水素、細菌等の有害物質を吸着する懸濁物(SS)の除去によって改善することができる。本研究では、海及び湖沼からSSを除去するため2種類のろ過システムを開発した。一方のろ過システムは、比較的大規模な急速SS除去システムであり、もう一方は、(小規模の)緩速SS除去システムである。小規模システムの特徴は、電力源として太陽光パネルを用い、フィルターが目詰まりは自動制御の逆洗により防ぐことができる。 長期にわたる現地実験により、粒状の素材でできたフィルターによりほぼ完全にSSを除去できることが示された。除去能力は、第一に、フィルター断面積及びフィルターの透過性とSSサイズの関係に依存する。処理によって、SS、COD及び栄養塩の少ない良質の水が得られる。	【改善対象】懸濁物 【指標とする項目】濁度(COD) 【改善目標】－ 【効果】 ・長期にわたる現地実験により、粒状の素材でできたフィルターによりほぼ完全にSSを除去できることが示された ・除去能力は、第一に、フィルター断面積及びフィルターの透過性とSSサイズの関係に依存する 【費用】－	－	－	Journal of ASTM International (JAI), Volume 3, Issue 6	Fukue, M (Tokai University, Shizuoka)ら	2006	実証段階
84	ろ過による池の汚染懸濁物の現地除去	海岸や河川から池、湖及び閉鎖性海域に排出されてきた懸濁物(SS)は、重金属や栄養塩といった様々な物質を吸収している。 本研究では、水から汚染懸濁物を取り除くため、小規模上向ろ過システムが開発された。本システムは、浮上装置、3つのポンプ及び2つの浮体センサーからなる。ろ過媒体は厚さ5mmの不織のジオテキスタイルからなる。パイロット実験は、Shimizu Utozaka池(日本)で実施された。 SS、COD及びT-Pの除去効率は、それぞれ88.5%、56.5%、64.2%であった。加えて、汚染物除去量が、除去されたSS量から予測された。この計算により、将来の個々のケースのろ過システムの設計だけでなく、改善効果の定量的評価も可能になる。	【改善対象】懸濁物 【指標とする項目】SS、COD、T-P 【改善目標】－ 【効果】 ・SS、COD及びT-Pの除去効率は、それぞれ88.5%、56.5%、64.2%であった。 ・汚染物除去量が、除去されたSS量から予測された。この計算により、将来の個々のケースのろ過システムの設計だけでなく、改善効果の定量的評価も可能になる。 【費用】－	Shimizu Utozaka池(日本)	－	Ecological Engineering, Volume 35, Issue 8, Pages 1249-1254	Tomohiro Inoue (Concordia University)ら	2009	実証段階
85	炭素繊維の人工藻場による水質浄化技術	生物親和性の高い炭素繊維を河川等に設置、あるいは浄化施設内で分離取水した水に炭素繊維を浸漬することで、炭素繊維に付着する微生物により水中の有機物を効率的に分解する技術。	【改善対象】水質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・短時間での透視度の改善、SSの除去 ・COD及びBODの低減・硝化・脱窒による窒素除去 ・魚の産卵場所や稚魚の隠れ場所の提供 【費用】 ・炭素繊維の単価：高さ60cm、幅43cmのムカデ形で1本1,100円	全国の河川や湖沼で炭素繊維を用いた水質浄化が成されている。300件以上	炭素繊維の人工藻場による水質浄化技術	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	群馬工業高等専門学校	2009	実用段階
86	Spongia officinalis var. adriatica (Schmidt) (海綿動物門、普通海綿綱)によるバクテリオプランクトンのろ過:汚染された海水のバイオリメディエーションへの利用可能性	Apulian沿岸(イオニア海)沖に設置された沖合養殖場から入手した普通海綿Spongia officinalis var. adriaticaの培養飼料を用いてろ過を行った。実験は、海綿の生息環境から採水した自然の海水を用いて、ラボ条件下で実施された。 本調査により、海綿が非常に効率的に細菌を除去することが実証された。細菌濃度は、海綿の存在下では顕著に減少し、実験開始から2時間で顕著な低下が見られた。最大除去速度は、60分後の210ml/h/gDWであった。最大捕捉効率は、120分後の61%であった。S. officinalisのろ過によって除去された細菌の密度は、 $12.3 \pm 1.8 \times 10^4$ cells/mlであり、これはバイオマスにして $11.7 \pm 1.4 \mu\text{gC/l}$ に相当する。海綿は、中～大型の細菌を好んで捕食していたが、小型の細菌も最も大型の細菌が除去された後捕食されていた。本結果により、S. officinalisは海洋環境のバイオリメディエーションに適した種であることが示唆された。	【改善対象】細菌による汚染 【指標とする項目】細菌 【改善目標】－ 【効果】 ・海綿が非常に効率的に細菌を除去することが実証された。最大除去速度は、60分後の210ml/h/gDWであった。最大捕捉効率は、120分後の61%であった。 ・最大除去速度は、60分後の210ml/h/gDWであった。最大捕捉効率は、120分後の61%であった。 ・S. officinalisは海洋環境のバイオリメディエーションに適した種であることが示唆された。 【費用】－	Apulian海岸沖(イオニア海)	－	Water Research, Volume 40, Issue 16, Pages 3083-3090	Loredana Stabili (Università di Lecce)ら	2006	研究段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
87	閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復) －エコシステム護岸	エコシステム護岸は、棚部に生息する生物により有機懸濁物を除去する技術である。	【改善対象】 貧酸素 【指標とする項目】 酸素消費量 【改善目標】 － 【効果】 ・海底への有機物負荷を垂直護岸に比べ64%削減 ・有機物負荷削減により酸素消費量を11%削減 【費用】 －	兵庫県尼崎港	エコシステム護岸	16. 閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)	上嶋英機、 (財)国際エメックスセンター、(独)産総研	－	実証段階
88	閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復) －閉鎖性干潟	閉鎖性干潟は、礫間接触酸化等により懸濁物を除去する技術である。	【改善対象】 貧酸素及び透明度の悪化 【指標とする項目】 透明度 【改善目標】 － 【効果】 ・礫間接触酸化効果により、最大75%の懸濁物質の除去 ・静穏性並びに透明度高により、付着藻類の光合成による酸素供給が可 【費用】 －	兵庫県尼崎港	－	16. 閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)	上嶋英機、 (財)国際エメックスセンター、(独)産総研	－	実証段階
89	石積み浄化堤による海水浄化システム	潮の干満、波動によって海水が石積み浄化堤の礫を通過する際、礫表面に形成された微生物膜により汚濁物質を付着・ろ過・分解する	【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 － 【改善目標】 － 【効果】 ・微生物膜による汚濁物質の付着・ろ過・分解 【費用】 －	－	石積み浄化堤による海水浄化システム	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社大林組	2007	実用段階
90	石積み透過堤を有する感潮ラグーンにおける水質浄化	本研究は、石積み透過堤の栗石表面に生じた生物膜により海水浄化をしようとするもので、大阪府泉佐野市りんくうパーク(関西空港前島)内に設置されたこの種の施設において調査・検討を行った。 このシステムは潮汐エネルギーを透過動力として用いる利点によりラグーンとしての浄化効果を期待できる。調査期間は1995年9月～1997年2月で、ほぼ月1～2回の頻度で海・ラグーン両側の採水調査を行うとともに、大潮時には半日間の連続観測を2度行った。これにより海水が石積み堤を透過する際のCOD、SS、TN等の反応(低減)係数を得ることができた。	【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 － 【改善目標】 － 【効果】 ・生物膜による海水浄化 【費用】 －	－	感潮ラグーン	土木学会年次学術講演会講演概要集第7部 Vol: 52巻	市枝 正平, 澤井 健二, 木原 敏	1997	実用段階
91	透過性石積み堤水質浄化システムの水質浄化特性と浄化効果の研究	透過性石積み浄化堤と内水域から成る沿岸海域浄化システムの汚濁物質除去過程を現地調査結果から明らかにし、その汚濁物質除去過程を生物による分解除去係数と物理的除去係数を用いてモデル化した。また、これらの汚濁負荷除去係数への水温、水質及び石積み堤透過流速の影響について検討し、係数値同定とシミュレーションモデル構築において考慮した。さらに、物質循環モデルに浄化システムを組み込み、汚濁の著しい大阪湾を事例に、本浄化システムの水質改善効果を予測した。これより閉鎖性の港湾の一部に本浄化システムを設置することで、港湾内の水質を改善できることを明らかにした。	【改善対象】 水質の悪化 【指標とする項目】 － 【改善目標】 － 【効果】 ・シミュレーションにより、本浄化システムの水質改善効果を確認した。 【費用】 －	－	沿岸海域浄化システム(透過性石積み浄化堤と内水域)	土木学会論文集VII巻	和田 安彦, 三浦 浩之	1997	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
92	フェスタ工法(複合型植生浮島浄化法)	マコモ等の抽水植物を植栽した浮島とエビモ等の沈水植物を植栽した植生浮島を組み合わせることで水域に設置する。これらの植生浮島の複合的な作用でアオコ等の発生する水域の水質を浄化するとともに、沈水植物群落を水底に再生することで、水域全体の水質の向上と生態系の修復を行う。	【改善対象】 富栄養 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 <ul style="list-style-type: none"> 水質浄化効果 (SS の付着、栄養塩の吸収等) 透明度の改善 水生植物群落の再生 (生態系による窒素・リンの有効利用ポテンシャルの増加) 植生浮島だけで行う場合、水域の面積比率 5%程度を浮島が占めることで十分な効果が期待される。 沈水植物を再生する場合、水域の容積比率 20%以上の沈水植物群落を再生できれば、十分な効果が期待される。 植物を回収して、バイオマスとして活用 【費用】 <ul style="list-style-type: none"> 薬品や電力を使用せず、維持管理コストが安い。 予算に合わせて最適な浮島を検討するようにしている。 	-	フェスタ工法(複合型植生浮島浄化法)	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	株式会社フジタ	2009	実用段階
93	下水汚泥からの MAP 回収と肥料製造	<ul style="list-style-type: none"> 嫌気性消化汚泥に含まれる溶解性リンを、マグネシウム源を添加することで MAP (リン酸マグネシウムアンモニウム $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$) として固定化し、物理的操作により汚泥から MAP 粒子を分離・回収するシステム。 MAP 回収は、新たな汚泥を発生させることなく、P や N の除去が可能である。また消化槽内で自然生成した MAP も回収するため、自然生成した MAP による機械磨耗や配管閉塞を回避できる。 下水中のリンを MAP として固定化・回収することで、資源利用・水環境の保全に同時に寄与することができる。 	【改善対象】 リン枯渇 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 <ul style="list-style-type: none"> 下水処理におけるリン高度処理普及の誘引 リン資源の地域循環の促進 MAP の生産量：80kg/日 (りん換算で 10kg/日) 下水汚泥中に溶解しているりんの 90%以上を回収した。 【費用】 処理汚泥量 50m ³ /日の場合 <ul style="list-style-type: none"> ランニングコスト：200～300 円/kgP 	-	下水汚泥からの MAP 回収と肥料製造	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	荏原環境エンジニアリング株式会社	2009	実証段階
94	水産生物利用栄養塩系取り出し技術	本研究では二枚貝の持つ懸濁物濾過能力に着目し、これらを漁獲することによる有明海再生の可能性と環境改善度を明確にすることを目標とする。特に二枚貝の中でも濾過水量が大きく、比較的悪条件下でも成育可能で、水産対象種としても有用なカキを対象とし、栄養塩の流入から系外排出までを包括的に捉えることのできる、海苔に代わるひとつの漁業ビジネスモデルを確立することを目指す。	【改善対象】 栄養塩 【指標とする項目】 - 【改善目標】 カキを対象とし、栄養塩の流入から系外排出までを包括的に捉えることのできる、海苔に代わるひとつの漁業ビジネスモデルの確立 【効果】 <ul style="list-style-type: none"> 有明海産のカキの生理モデルを作成 沿岸域に自生しているカキと、そのカキ礁に質量比で約 7～20%ものベントスがカキ礁に依存して生息していることを確認 現在ノリの養殖規模を維持しながらも、最盛期 (1935 年) の水準 (約 2 万 t) が見込める。現在の技術を用いて安定した漁獲が見込まれれば、十分産業として成り立つ可能性がある。 	有明海沿岸	-	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	楠田哲也(九州大学)ら	-	研究段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
95	クラゲから肥料を製造する方法	<p>発電所等で回収されたクラゲを10～20日間以上、タンク内に保存する。この場合、発電所構内の空きタンク等を利用すれば、コストもかからない。その間に、クラゲの中の窒素、リンは約70%以上がそれぞれアンモニウムイオン、リン酸イオンとして上澄み液中に存在するようになる。ただし、クラゲ懸濁液中に多量に含まれるナトリウムは、植物の生長を阻害するため、できるだけ減少させる必要がある。そこで、他の有用成分はできるだけ残し、ナトリウムを減少させるために、クラゲ上澄み液を真空加熱し、ナトリウムとして沈殿させる。これにより、他の有用成分も多少減少するが、ナトリウムを約70%減少できる。</p> <p>また、得られた濃縮液は約28倍濃縮されており、輸送コストが軽減され、液体肥料として畑等で希釈して使用する。一方、残った沈殿は、家畜の飼料として利用する。発電所等の温排水を有効利用できる真空過熱装置(脱臭機能も付加)を作成できれば、悪臭の問題は解決され、低コスト化も期待される。</p>	<p>【改善対象】海域の富栄養によるクラゲの大量発生 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の除去 【費用】－</p>	－	クラゲから肥料を製造する方法	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に関する実証モデル調査～	神戸大学海洋情報科学講座(福士恵一教授)	2008	研究段階
96	クラゲ有効利用のための真空加熱処理技術	<p>本技術は、発電所等で回収され、廃棄物として処理されているミズクラゲ等及び定置網等に入網した大型クラゲを有効利用するための技術である。</p> <p>これらクラゲ類は、人為的な原因による海域の富栄養化のため大量発生し、発電所や漁業等に莫大な被害を与えている。クラゲ類は約96%が水分であるが、窒素、リンのような肥料の五大要素や微量有用成分を含み、陸用だけでなく海用の肥料等としての利用が考えられる。その場合、クラゲ類に含まれるナトリウム濃度が高いことや肥料としての有用成分濃度が化成肥料等と比較して低いことが問題となる。</p> <p>今までの研究結果より、クラゲ類は、10～20日放置することにより、容易に溶液状になり、窒素やリンの約60～80%が溶液中に移行することがわかっている。本技術は、クラゲ類の上澄み液を真空加熱(約40℃、70hPa)することにより、ナトリウムを塩化ナトリウムとして沈殿させてその濃度を減少するとともに、他の有用成分を濃縮するものである。これはまた、製造された肥料等を消費地まで輸送するコスト削減にもつながると考えられる。加熱及び真空を作り出す方法としては、発電所等の大量の温排水(海水温+7～8℃)を利用し、できるだけ製造コストを押さえることを考えている。</p>	<p>【改善対象】海域の富栄養によるクラゲの大量発生 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の除去、流通の効率化 【費用】－</p>	－	クラゲ有効利用のための真空加熱処理技術	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に関する実証モデル調査～	神戸大学大学院海事科学研究科海洋情報科学(福士恵一教授)※青木マリン株式会社と共同	2008	研究段階
97	好熱菌発酵技術を用いた環境修復と保全	<p>・好熱菌とは、高温で増殖できる微生物の総称。熱水鉱床や温泉等で発見されており、一般の生物では生息できない温度帯でも生息できる微生物。</p> <p>・本技術は、「高温発酵資材」と呼ばれる多機能性の資材を用いて行う。この資材は、海産資源を中心とした100%天然由来の原材料を、高度好熱性複合微生物群により70～90℃といった高温で発酵させて製造する。具体的には3段階式好熱菌発酵プラントに、商品になりにくい底引き海底資源(カニ、エビ、小魚等底もの)と好熱菌体・生体成分を固定化した担体資源(以下担体という)を定期的に投入することにより製造している。</p> <p>※微生物は国際登録済み(ATCC) J. Gen. Appl. Microbiol. 54(2008):149-158・得られた高温発酵資材には、耐熱性酵素などの安定な機能成分やミネラルなどが豊富に含まれているため、飼料や肥料、水質浄化剤として活用することができる。</p>	<p>【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・商品になりにくい海産物の有効利用(海中の窒素・リン回収量の増加) 【海域以外の環境改善効果】 ・肥料として活用することによる農作物中の硝酸態窒素の減少、アミノ酸の増量効果、並びに増収効果が認められる。カビ性の病原菌の増加抑制効果なども認められる。以上の効果について、2006年より日本農芸化学会などで毎年報告している。 ・家畜への飼料や養殖魚用の餌として活用することによる整腸効果、肉質改善効果、免疫賦活効果等。以上の効果について、2008年より日本畜産学会、日本生化学会で報告されている。 【費用】－</p>	－	好熱菌発酵技術を用いた環境修復と保全	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	株式会社三六九	2009	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
98	海産バイオマスのメタン発酵技術	閉鎖性内湾においては、夏季に浅場でアオサなどの緑藻類が大量に発生する GreenTide (グリーンタイド: アオサなど緑藻類の大繁殖) の現象がしばしばみられ、大きな社会問題となっている。環境修復技術としてよく用いられる人工干潟などの浅場にも GreenTide は発生する。また直立護岸で大量に発生するムラサキイガイは、夏場に大量脱落し海底に堆積することで底質環境を著しく悪化させることが知られている。さらに一時的に海底で異常繁殖するヒトデ類などは底引網漁の大きな障害となっている。 本技術は、これらの異常繁殖する海産バイオマス、ならびに水産加工残渣を、粉砕などの前処理の後嫌気発酵槽においてメタンガスを生産し、発電等の燃料として有効利用する技術である。 これまでの基礎実験で、アオサ、ワカメ、ノリ、マガキ、ムラサキイガイ、キヒトデ、イトマキヒトデの単独、あるいは混合メタン発酵が可能であること、種汚泥として嫌気的な海域に存在する海底泥を用いることで発酵効率が上がることを確認している。	【改善対象】海生生物の異常繁殖 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海生生物からメタンガスを生成し、発電等の燃料として有効利用することが可能 【費用】－	－	海産バイオマスのメタン発酵技術	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	大阪府立大学大学院工学研究科海洋システム工学分野 (大塚耕司助教授)	2008	実証段階
99	海藻を原料としたメタン発酵発電システム技術	海藻をメタン発酵させてメタンを主成分としたガス燃料を取り出し、発電や熱利用に利用する技術である。 背景は、海産性の廃棄物と海洋浄化に伴う残渣。内湾等に大量発生した海藻 (アオサ) が景観を損ねる、悪臭を放つ、養殖のり等に影響与える等で各地で問題となっており、東京湾においても、横浜海の公園や千葉の三番瀬等でアオサの大量発生が見られている。一般的な処理方法としては、焼却処分が行われている。 東京ガス株式会社はこれまで海藻のエネルギー利用の事例は無かったが、NEDO との共同研究 (平成 14～18 年度) の中で、日量 1t の海藻を処理する実証試験プラントを利用して技術の確立を行った。海藻は下記のプロセスにおいて処理を行う。 ①前処理: 回収された海藻の破碎・異物除去を行った後、希釈水を混合・微破碎を行うことでスラリー状態にする。 ②発酵: 効率的な発酵を行わせるため、二段発酵処理を行う。一段目の発酵において、海藻スラリーの可溶化処理を行う。この際、酸発酵によりメタン発酵の基質となる酢酸等の有機酸が生成する。前発酵においては、海藻の分解に適した特殊な微生物を用いる。次に、可溶化液をメタン発酵槽に送り、メタン発酵によりメタンを含むバイオガスを発生させる。本処理により、海藻 1t から約 20m ³ のメタンガスが発生する。 ③エネルギー利用: 発生したバイオガスをガスエンジンコージェネレーション等の機器を用い、電気や熱に変換する。この際、発生ガスの変動抑制やガスエンジンの効率向上のため、都市ガスと混合して利用することも可能である。 ④残渣利用: メタン発酵の残渣 (消化液残渣) は、肥料として用いることができる。コマツナを用いた肥効試験を実施し、海藻のメタン発酵残渣が肥料利用可能である	【改善対象】海産性廃棄物 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	－	海藻を原料としたメタン発酵発電システム技術	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	東京ガス株式会社技術開発本部技術戦略グループ	2008	実証段階
100	ヘドロ燃料電池	嫌気性の微生物が糖類などの有機物を分解する際に水素イオンと電子を分離して、電気を生成することは古くから知られていたが、発電量が極めて微小であるために生物学的酸素要求量 (BOD) などのセンサーとしての利用などに限定されていた。近年、微生物が電子を供給するアノード側で、微生物の細胞内から電子を転送するメディエーター、及びアノード電極の改良、また水素イオンを透過させるイオン交換膜の開発、あるいは酸化力を要求されるカソード側で、有効な酸化還元剤などの物質が開発されるなど、さまざまな技術的進歩によって燃料電池として実用になりうる大きさの電力供給が可能となってきている。 ヘドロ燃料電池は、こうした微生物による有機物の分解作用を利用して、河川あるいは湾内の海底に堆積しているヘドロから直接電気を取り出し、環境修復とエネルギー産出するための技術である。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ヘドロから直接電気を取り出すことが可能 【費用】－	－	ヘドロ燃料電池	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	鈴鹿国際大学 (妹尾允史副学長)	2008	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
101	海洋生物に含まれる生物活性成分	海洋生物（海綿、渦鞭毛藻等）に含まれる微量成分の中には医薬品として、または生化学試薬として有用な生物活性を示すものがある。例えば、①クロイソカイメン (Halicondriaokadai) にふくまれる VCAM-1 産生抑制成分であるハリクロリン (halichroline)、②サンゴを被覆するカイメン (Terpios sp.) に含まれる細胞増殖抑制成分であるナキテルピオシン (nakiterpiosine)、③渦鞭毛藻 (Simbiodinium sp.) に含まれる破骨細胞分化抑制成分であるシンビオイミン (simbioimine) などが挙げられる。これらの作用は非常に特異的であったり低濃度で効果を示したり切れ味のよい性質を示す場合が多いが、一方含有量が少なく単離精製等に技術的・経済的問題もある。また当然のことながら、医薬品としての実施に向けては各種臨床試験や許認可が必要である。その点で生化学試薬として利用する場合は制約が少ないといえる。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の有効利用 【費用】－	－	海洋生物に含まれる生物活性成分	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	名古屋大学大学院理学研究科(上村大輔教授)	2008	研究段階
102	ホタテ内臓を利用した生分解性凝集剤	水中の懸濁粒子の凝集沈殿処理にはポリ塩化アルミニウム (PAC)、硫酸アルミニウム (硫酸バン土) などの無機系凝集剤やアクリルアミド系高分子凝集剤が用いられる。これらは生物への悪影響が懸念されるため、近年では環境安全性の高い生物分解性凝集剤の使用が求められている。 本技術は、廃棄されているタンパク質を原料とした生物分解性凝集剤を北海道大学水産学部と開発しており、これらが珪藻土や関東ロームなどの無機粒子に対して高い凝集効果を有する事を実験で検証している。当該凝集剤は、タンパク質のカルボキシル基をエステル化することによって調製したものであり、主たる負電荷基であるカルボキシル基をエステル化（無電価化）したタンパク質は、中性 pH 領域においてカチオン性凝集剤としての機能を発現する。 水産廃棄物であるホタテ内臓（貝柱と貝殻以外の部分）を用いて、メチル化ホタテウロタンパク質を調製し、関東ローム水系をモデル懸濁液とした実験の結果、無機凝集剤と比べ 1/5 の添加量で同等の凝集効果が得られた。又、このホタテ内臓から得られた凝集剤は淡水だけでなく海水でも凝集効果が得られ、一般の凝集剤よりも性能が良く、生分解性である点において今後、需要が増加すると考える。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の有効利用 【費用】－	－	ホタテ内臓を利用した生分解性凝集剤	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	川辺コンクリート株式会社	2008	研究段階
103	リサイクル資源のセメント資源化	リサイクル資源に含まれる水分を蒸発させ、有機物を燃焼し、無機物は生成鉱物として固定することができるので、ハンドリングの悪いリサイクル資源を大幅に減容してなおかつ建築素材としての使用に耐え得る物性に変えることができる。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の有効利用 【費用】－	－	リサイクル資源のセメント資源化	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	太平洋セメント株式会社中央研究所技術企画部調査企画チーム	2008	研究段階
104	地域水産物を用いた天然調味料の開発とその調味料のねり製品への応用	富山湾で漁獲されるニギス、シイラ等のうち大きさが不ぞろいで商品価値が低いものから醤油麹を用いて常温で半年間発酵し、魚醤油を製造する技術。 魚醤油は魚種による特徴がみられ、中でもニギスが風味の面で良いという特徴がある。外国産魚醤油のような匂いはない。かまぼこに应用したところ、既存製品より魚の風味が良くなる効果が得られた。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・低利用魚種の有効活用による海域の窒素、リンの除去 ・低利用魚を魚醤油やねり製品として活用することで、魚の付加価値が向上 ・ねり製品の製造工程で発生する規格外のかまぼこを廃棄することなく、再利用することが可能 【費用】－	－	地域水産物を用いた天然調味料の開発とその調味料のねり製品への応用	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	酪農学園大学酪農学部食品科学科	2009	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
105	未利用海藻バイオマスを原料とした高性能重金属吸着除去剤の製造	海岸に打ち上げられ海岸ゴミとして処理されている自然由来の未利用海藻バイオマスや海藻を利用する食品加工過程で生じる人工由来の未利用海藻バイオマスに簡易な化学修飾を施すことで、市販のイオン交換樹脂に匹敵する高性能な重金属吸着除去剤を製造することが可能である。これまでに試作したワカメやアカモクを材料とした吸着剤により、pH 3以上の条件下で、溶存態の鉛、亜鉛、銅、カドミウム、ニッケル等の除去に有効に利用できることや、吸着した重金属の脱着や吸着剤の再利用も可能であることを確かめている。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ワカメやアカモクを原料とした重金属吸着除去材の製造が可能 【費用】－	－	未利用海藻バイオマスを原料とした高性能重金属吸着除去剤の製造	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	東北大学大学院工学研究科（中野和典准教授）	2008	実証段階
106	ヒトデの有効利用技術	ヒトデには多くの生理活性物質が含まれている。本技術ではカビの発生を抑える成分に着目し、カビキラー等塩素系の刺激臭のある抗菌剤の代替剤としての利用を考えている。ヒトデ由来であれば下水に流しても安全であるし、臭いもない。 ヒトデには抗菌作用以外にも様々な有効成分があるとされている。例えば、タンパク質凝集効果があり、下水処理場で活性汚泥のタンパク質凝集剤として使用すれば、他の化学薬品を使うより環境に優しい。抗がん作用も注目されている。その他、水虫薬や精力剤としての効果もあると聞いている。 本技術に使用するヒトデの種類は何でもよい（沿岸部でとれるものであれば、イトマキヒトデかキヒトデになろう）。またヒトデ量の季節変動、場所の違いは殆どなく、数万 t/年が確保できると考える。ヒトデには 0.1%程度の抗菌成分が含まれている（1kg のヒトデから 1g の抽出成分が生成される）。まずメタノール抽出して HPLC を通して抽出する。抽出物の形状は凍結粉末（無臭、薄い黄色）で、常温保存可能で水溶性なので非常に扱いやすい。抽出後の残渣のほとんどが石灰質であり、建築資材などに利用できないかと考えている。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ヒトデを東京湾の外に取り出すことによる海域中の窒素、リンの除去 ・漁業の障害となるヒトデの除去 ・ヒトデは忌避物質（サポニン）を出すため、ヒトデを海から取り上げて、さらに藻場を造成すれば、魚がすむ豊かな海になる 【費用】－	－	ヒトデの有効利用技術	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	東京海洋大学海洋科学部食品生産科学科	2009	実用段階
107	低利用生物資源又は水産加工残滓からのコラーゲン回収技術	①水産加工残滓からのコラーゲンの回収技術・結合組織性の水産加工残滓（魚介類の骨、皮、鰭やうろこなど）について、アルカリ溶液や酵素剤等を用いた抽出を行うことにより、高純度の未変性コラーゲンまたはゼラチンを回収する技術。 イカ類の中で最もコラーゲンの原料として適していると考えているのがソデイカの皮膚である。ソデイカは、皮膚の歩留りが高く（約 10%）、コラーゲン含有量が高い（湿重量あたり約 7%）ためである。ソデイカの年間漁獲量は全国で約 2,500 トン（うち、沖縄県が約 7 割を占める）であり、そのうち皮膚は約 250 トンであるが、そのうち少なくとも 200 トンは回収可能と考えている。 ②クラゲ類からのコラーゲンの回収技術・凍結・解凍による組織破壊、並びに内因性プロテアーゼの作用を利用した自己消化により、クラゲ類組織に含まれるコラーゲンを効率よく可溶化させ、回収する技術。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域の低利用生物資源を陸上に取り上げることによる海域の窒素、リンの除去 ・水産加工残滓を有効活用することによる廃棄物量の削減 【費用】－	－	低利用生物資源又は水産加工残滓からのコラーゲン回収技術	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	福井県立大学海洋生物資源学科水田尚志准教授	2009	実用段階
108	水産資源の有効活用	水産未利用資源の有効活用を目的として、サメ、くらげ、鱗などから、コラーゲンを始めとした機能性素材の簡便な製造方法から、その用途開発まで行っている。特に、機能性食品としての有効性の評価を中心に行っている。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の除去 【費用】－	－	水産資源の有効活用	平成 19 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	東京農工大学農学部硬蛋白質利用研究施設（野村義宏准教授）	2008	実用段階
109	海藻から抽出した化粧品成分の製造	海藻の組み合わせにより、化粧品に適した海藻エキスを製造している。	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海域からの栄養塩の除去 【費用】－	－	海藻から抽出した化粧品成分の製造	平成 20 年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	一丸ファルコス株式会社	2009	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
110	間伐材と鉄バクテリアを用いた自然水域からのリンの回収とその農業利用	自然水域の底質とともに存在する鉄バクテリア集積物は、リン吸着能を持つ鉄化合物を多く含むので、リン資源の循環利用に重要な役割を果たすことができる。しかしながら、自然水域の鉄バクテリア集積物は、容易に水流によって流されてしまうこと、また、嫌気性の泥を含む底質からの収集が困難である事などから、有効な利用が行われていない。 本研究では、鉄バクテリア集積物を収集する担体を水中に浸漬させ、鉄バクテリア集積物をリン酸肥料またはリン吸着材として利用できる形態で効率的に収集する方法の開発を試みた。	【改善対象】リン枯渇 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・水中からのリン回収の効率化 ・リン酸肥料またはリン吸着材として利用できる形態でのリン回収 【費用】－	室内実験	リン回収	環境技術 Vol. 37 (2008), No. 5 pp. 347-351	武田 育郎, 宗村 広昭	2008	研究段階
111	波エネルギーを利用した浮遊渚(陣笠状の円錐形状浮体)に風車とソーラーを搭載した植生浄化とバイオマス発電燃料供給化システム	底層に停滞する富栄養化した貧酸素水を、風車やソーラーを用いて河口付近に叢生(そうせい)する葦林(あしばやし)に送り込み、N、Pなど栄養塩を葦に吸収させ、早期生育させた後、これを刈り取りバイオマス発電燃料として供給する。	【改善対象】貧酸素 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・栄養塩の回収 ・回収した栄養塩のバイオマス利用 【費用】－	－	－	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	大洋プラント株式会社	2008	研究段階
112	閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)－浮体式藻場	浮体式藻場は、溶存態の栄養塩を海藻により吸収固定する技術である。	【改善対象】富栄養 【指標とする項目】窒素 【改善目標】－ 【効果】 ・海面100㎡当たり30～100kg(湿重)のワカメの収穫可能改善(窒素0.6～2kg減少) ・ワカメ堆肥に植物生育促進効果 【費用】－	兵庫県尼崎港	浮体式藻場	16.閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復)	上嶋英機((財)国際エメックスセンター、(独)産総研)	－	実証段階
113	千葉県三番瀬再生実施計画	アオサ発生対策・アオサ発生状況調査を継続し、発生状況等について把握するとともに、19年度に導入したアオサ回収システムにより発生状況に応じた回収を行っていく。回収したアオサの処理や有効利用方法について情報収集や検討を行う。 アオサ回収システム・アオサ回収用の自走式潜水トラクター及び回収装置の導入に対し助成し、漁場の再生を図るもの。 1)事業主体：千葉県漁業協同組合連合会 2)補助対象：自走式潜水トラクター・回収装置一式 3)補助率：補助対象経費の5/10以内	【改善対象】－ 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・アオサの堆積・腐敗による漁場環境への悪影響の防止 ・アオサ回収による栄養塩の除去 【費用】－	－	－	平成20年度中小企業等産業公害防止対策調査「東京湾の水環境改善に資するモデル実証事業創設基礎調査」	千葉県	2009	実用段階
114	トゥーリフレッシュシステム	水底に堆積した泥土を拡散させることなく高濃度で浚渫し、浚渫土の土質改良(固化・脱水)を連続的に行いリサイクル材料として有効利用する技術 技術の特徴 ・底泥を拡散させずに高濃度浚渫が可能 ・浚渫土の長距離圧送が可能 ・台船上でごみの除去を行い、再生利用可能な土砂原料の供給が可能 ・高濃度で送泥された土砂は、固化や機械脱水等で、建設資材として再生利用が可能	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・浚渫土の有効利用 【費用】－	－	トゥーリフレッシュシステム	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社本間組	2007	実用段階
115	石炭灰ゼオライトの底泥覆砂による水質・底質浄化の可能性	沿岸の環境保全・再生・創出を実施する上では、湾への流入負荷対策に加え底質の改善も必要不可欠である。 本研究では、通常の山砂より効果的な覆砂が期待できるリサイクル材として石炭灰を熱水和処理した石炭灰ゼオライトの物質吸着能力を利用し、閉鎖性海域の底質改善への可能性について検討した。 室内実験によるカラム試験の結果、アンモニア、リン及び硫化水素に対する吸着能力とその覆砂効果を明らかにした。さらに、ゼオライトによる物質吸着を考慮した数値モデルによって閉鎖性海域での利用可能性とその長期溶出特性について数値計算から検討した。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】アンモニア、りん、硫化水素 【改善目標】－ 【効果】 ・アンモニア、りん及び硫化水素の吸着 ・リサイクル剤の有効活用 【費用】－	室内実験	石炭灰ゼオライトの底泥覆砂	海岸工学論文集, 第52巻 (2005), 土木学会, pp. 1136-1140	今村正裕、井野場誠治、下垣久、松梨史郎	2005	研究段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
116	石炭灰ゼオライト覆砂による底泥からの栄養塩・有害ガス抑制技術	石炭灰を水熱合成しゼオライト化して得られた人工ゼオライトを利用する覆砂技術。 室内実験結果から得られた石炭灰ゼオライトのアンモニア・リンの収着特性を考慮した“石炭灰ゼオライト敷設モデル”を構築し、室内実験結果の再現が可能になっている。このモデルを用いて、東京湾奥に石炭灰ゼオライトを敷設することで、海底からの栄養塩溶出量を抑制する効果があること、非覆砂領域での栄養塩濃度低減効果があること、が確認できた。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】 ・アンモニア態窒素の吸着・リン酸態リンの吸着 【効果】－ 【費用】－	室内実験	石炭灰ゼオライト覆砂による底泥からの栄養塩・有害ガス抑制技術	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	財団法人電力中央研究所下垣久氏、今村正裕氏	2007	研究段階
117	人工ゼオライト混入覆砂技術	石炭灰を水熱合成しゼオライト化して得られた人工ゼオライトを利用する覆砂技術 人工ゼオライトは副産物である石炭灰を水熱合成し、ゼオライト化したものである。この人工ゼオライトの持つ吸着性能と陽イオン交換能により、赤潮や青潮発生の原因となる窒素・リン等の底泥からの溶出を削減する。 人工ゼオライトは紛状あるいは粒子状のため、通常の覆砂材の中に所要量のゼオライトを混入する方法や、ゼオライトを薄層状に底泥上部に敷設する方法等が考えられる。 技術の特徴 ・石炭灰ゼオライトは、保水性やアンモニア吸着能に優れており、既に土壌改良資材や水質浄化材として実用化されている材料である。 ・石炭灰ゼオライトは、リン除去能を有するため、富栄養化した閉鎖性水域の環境改善に適した材料であるといえる。 ・石炭灰ゼオライトの硫化水素ガスの吸着能力は、天然ゼオライトよりも若干劣るものの、鉄鋼スラグや山砂よりも優れている。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・従来の覆砂と比較して、底泥からの窒素・リンなどの汚濁物質の溶出量を削減・持続させる効果が向上する。 ・覆砂材代替として人工ゼオライトを利用することにより、覆砂材としての天然砂採取による環境負荷を低減できる。 ・人工ゼオライトの利用により、原料である石炭灰の有効利用が促進され、石炭灰の最終処分量が低減する。 【費用】－	－	人工ゼオライト混入覆砂技術	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	前田建設工業株式会社	2007	実証段階
118	三河湾での覆砂による底質浄化の環境に及ぼす効果の現地実験	海底に堆積している汚染された底泥から多量の栄養塩が溶出する。このため、海底の底泥が汚染されたままではその海域の水質は依然として悪い状態にある。 本研究において、覆砂による底質改善を行って底泥からの栄養塩の溶出量を削減するとともに、覆砂がもたらす周辺環境への影響についての検討を行った。三河湾を調査対象にして、底泥からの栄養塩の溶出の特性、覆砂域での水質、底質、底生生物の追跡調査を実施し、覆砂による海域環境への影響を調査した。 この結果から、内湾域の水質環境の改善に覆砂による栄養塩の溶出の削減は大きな効果を持つことがわかった。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】底泥からの栄養塩溶出量 【改善目標】－ 【効果】 ・底泥からの栄養塩溶出量の抑制 【費用】－	三河湾	覆砂	土木学会論文集II 巻	堀江毅, 井上聰史, 村上和男, 細川恭史	1996	実証段階
119	底泥置換覆砂工法の研究	閉鎖性水域における水質浄化方法の一つとして「覆砂工法」があげられる。底泥からの溶出を抑え、底生生物、水生植物にとっても有用な工法である。底泥置換覆砂工法は、砂の持込を必要としない工法として開発された覆砂工法である。これは底泥下に埋もれた砂をジェット水流により揚砂し覆砂する工法である。本工法の開発にあたり室内実験及び諏訪湖、宍道湖で現地試験工事を実施した。施工後の追跡環境調査の結果では、覆砂による水質環境の改善、底生生物の繁殖に効果があることが示された。また、本工法のコストに重要な影響を与える揚砂量について水理学的な見地から検討を行い揚砂フラックス量式を提案した。さらに、揚砂量予測手法の精度向上を目的に揚砂過程の再現を固液二相流型のMPS法で数値シミュレーションを行い、今後の可能性を確認した。	【改善対象】底泥からの栄養塩溶出 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・酸素消費速度の低下、好氣的環境の創出 ・諏訪湖では、未覆砂域にも生息していなかったユリミミズの発生 ・宍道湖では、シジミの増殖 【費用】－	長野県諏訪湖、島根県宍道湖	底泥置換覆砂工法	土木学会論文集F Vol. 62 (2006), No. 2 pp. 268-284	大谷 英夫, 上野 成三, 勝井秀博, 小林 峯男, 後藤 仁志	2006	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
120	中海覆砂事業	<p>高炉水砕スラグを海底覆砂材として使用する覆砂技術</p> <p>技術の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 従来の覆砂と比較して、底泥からの窒素・リンなどの汚濁物質の溶出量を削減・持続させる効果が向上する。 覆砂材代替として人工ゼオライトを利用することにより、覆砂材としての天然砂採取による環境負荷を低減できる。 人工ゼオライトの利用により、原料である石炭灰の有効利用が促進され、石炭灰の最終処分量が低減する。 	<p>【改善対象】 青潮、赤潮</p> <p>【指標とする項目】 -</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 青潮の発生抑制 海底の状態が pH8.5 程度の弱アルカリ性に保たれ、硫化水素を作り出す硫酸塩還元細菌の活動を抑えられる。 赤潮の発生抑制 高炉水砕スラグは水中植物の栄養素になるケイ酸塩を内包しているため、けい藻類が繁殖しやすく、赤潮の発生も抑えられる。 環境負荷低減 製鉄の副産物である高炉水砕スラグを利用するので、これまでのように覆砂材として新たに砂を採取しなくてもよい。コストも一般的な砂と変わらない。 <p>【費用】 -</p>	中海	中海覆砂事業	平成 18 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	JFE スチール株式会社	2007	実用段階
121	津田湾における覆砂事業による環境改善効果の持続性の検証	<p>津田湾においては覆砂による底質の改善、栄養塩類溶出量の削減、生物相の回復等の効果が明確にみられ、かつ、その効果は 17 年間にわたり維持されていることが確認された。また、底質鉛直一次元モデルを用いた解析からも、栄養塩類の溶出削減効果が実証された。</p>	<p>【改善対象】 水質及び底質の悪化</p> <p>【指標とする項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> 間隙水中のアンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素 底質中の硫化物、強熱減量 <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 間隙水中のアンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素の減少 底質中の硫化物、強熱減量の減少 <p>【費用】 -</p>	香川県津田湾	覆砂	土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 65 (2010), No. 1 pp. 1191-1195	石橋 洋信, 三野 真治, 岡本 雅治, 山下 祥央, 酒井 康彦, 西林 健一郎, 宮崎 太一郎	2009	実用段階
122	覆砂の栄養塩溶出削減効果の持続性に及ぼす浮泥の影響に関する現地調査	<p>横浜港の MM21 地区において、平成 6 年～10 年にかけて実施された覆砂による底質改善工法の持続性に関する検討を、現地の水質調査及び底質調査、さらに室内実験等を実施して行った。</p> <p>本調査において得られた成果を以下に述べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 底泥の不攪乱採泥により、覆砂材の砂の上に浮泥が堆積していることが確かめられた。しかし、表層泥から 10cm ほど下層になると、覆砂材の砂が依然として存在している。 栄養塩の溶出試験より、底泥からの栄養塩の溶出は、嫌気条件において原地盤からの溶出が覆砂地盤からの溶出よりも大きいことが確かめられた。 セジメントトラップ調査より、覆砂域には原地盤域の底質とほぼ同等の汚染された浮泥が毎年堆積していることがわかった。 酸素消費試験より、海水中の浮泥及び海底に堆積した底泥は、海水の酸素を消費している。底泥による酸素消費速度は覆砂地盤の方が原地盤より小さい。 C/N 比の算定結果から、覆砂域に堆積した底泥の有機物はある程度分解されている。 <p>以上のことを総合すると、覆砂工事後十数年経過しているが、依然として覆砂による栄養塩溶出削減効果は持続している。しかし、覆砂上に新たに堆積する浮泥により、その効果が減少しているものと考えられる。</p>	<p>【改善対象】 底泥からの栄養塩溶出</p> <p>【指標とする項目】 -</p> <p>【改善目標】 -</p> <p>【効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 底泥による酸素消費速度の低下 底泥の有機物の分解 覆砂の効果は 10～14 年間は有効であることが示唆された。 <p>【費用】 -</p>	神奈川県大岡川河口	覆砂	土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 65 (2010), No. 1 pp. 1181-1185	小川 大介, 村上 和男, 片倉 徳男	2009	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
123	コンベヤーバージ敷砂薄層覆砂工法	<p>コンベヤーバージは、ホッパーにストックされた敷砂材を船内のベルトコンベヤにより船首まで運搬し、トレミー管を用いて自然沈降状態で海底撒布を行う砂撒船である。土砂排出量をホッパーゲートの開閉操作により制御し、かつ船体を一定の角速度でスイングさせることにより、任意の厚みをもった均一な敷砂層を形成できる。富栄養化した海底地盤に薄層覆砂を施すことで栄養塩類の溶出を抑制することが可能である。</p> <p>技術の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船団構成がシンプル(砂撒船+揚錨船)であり、作業区域が小さい ・加水しないので排出量の管理が容易かつ正確 ・圧力を加えず自然沈降状態で排出するため、海底地盤を乱しにくい ・覆砂厚さ 15cm から均一な大量急速施工が可能 ・海砂だけでなく、山砂等のレキ質土の施工も可能 ・トレミー管は、水深-4～20m まで伸縮自由であり、浅海域から大水深、大きな干満差にも対応可能です。また、2重トレミー管を使用しているため、施工中の水質汚濁も低減できる。 	<p>【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・任意の厚みをもった均一な覆砂を行える 【費用】(NETIS より) ・積算条件 水深-10m 程度の海域に厚さ 1.0m の覆砂工を 100,000m² 行う。 作業区域は十分確保され、撒砂材はガット船により間断なく運搬された海砂砂の割増率は 1.4。 作業船の運転時間は 8 時間 施工単価は、扱い数量あたり ・イニシャルコスト 施工費 合計：2,566,761 円</p>	－	コンベヤーバージ敷砂薄層覆砂工法	平成 17 年度産業公害防止対策調査「平成 17 年度閉鎖性海域保全対策の費用対効果調査(伊勢湾) 報告書」	みらい建設工業株式会社	2006	実用段階
124	底面濾床法による底質改善に関する実験的研究	<p>水域内に堆積し、周囲の環境に悪影響を及ぼしている底質を改善する実用的な手法としては、浚渫・覆砂・薬品添加等が用いられているのが現状である。しかしながら、これらの手法には様々な問題点が内包しており、底質を改善することによって二次的な汚濁を引き起こす可能性がある。</p> <p>本研究では底面濾床法を用いて、溶存酸素濃度の高い水を底泥層内に供給することによって、好気性生物を活性化させ、底泥を積極的に改善することを目的としている。</p> <p>得られた結果を要約すること、1. 水を循環させることによって、底泥に含まれる有機物を分解できることが確認できたこと、2. 底泥内の物質変換をさらに詳しく理解する必要があることの二点となる。</p>	<p>【改善対象】底質の汚濁 【指標とする項目】－ 【改善目標】底質の改善 【効果】 ・底泥中の有機物の分解 【費用】－</p>	－	底面濾床法	土木学会年次学術講演会講演概要集第 7 部 Vol: 53 巻	柴田 智宣, 山崎 惟義, 渡辺 亮一, 松永 雄二	1998	研究段階
125	海水透過による干潟底質 COD 低減効果の検討	<p>有明海をはじめ、我が国の内湾の干潟底質の悪化が年々進行している現在、幾つかの干潟環境改善の試みがなされている。</p> <p>本研究では、富酸素海水を透過する事による干潟底質の COD 低減効果をバッチ試験とカラム試験によって検討した。</p> <p>結果として、海水透過による底質の COD 低下は富酸素海水の酸化効果と洗い出し効果によるものと考えられた。</p>	<p>【改善対象】干潟の底質の悪化 【指標とする項目】COD、DO 【改善目標】干潟底質への酸素供給による底質改善 【効果】 ・底質 COD の低下 【費用】－</p>	室内実験	海水透過	第 38 回地盤工学研究発表会	東 裕介, 鈴木 敦巳, 北園 芳人, 林 泰弘, 丸山 繁	2003	研究段階
126	水圧利用型強制循環方式(人工巣穴)の底質改善技術	<p>本研究では水位差や潮流を利用して堆積物中に上層水を輸送する技術「人工巣穴」を現地に適用し、有機物分解の促進や底質を好気化することによる、底質改善技術を確立する。人工巣穴を有明海において底質の悪化した場所に適用することにより、底質環境を改善し、有明海における生物生息環境を再生する。</p>	<p>【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】底質、底生生物 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－</p>	熊本県沿岸	人工巣穴	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	滝川清(熊本大学)ら	－	実証段階
127	海底貧酸素水塊発生抑制技術	<p>流動攪拌技術「ジェット・ストリーマー」を用いて、ヘドロを撒き上げることなく高濃度酸素の流動促進を図り、上下循環を促進させることにより、底質の改善、栄養塩、硫化水素等の溶出抑制を行う。</p>	<p>【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ヘドロを撒き上げることなく高濃度酸素の流動促進を図り、上下循環を促進 【費用】(NETIS より) 1 日当たりの動水効果が 5.5 万 t～6.3 万 t の場合 ・イニシャルコスト：22,000,000 円</p>	－	－	平成 18 年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社マリン技研 コリン未来学術研究所 技術顧問研究会	2007	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
128	水圧変動利用型水自然循環方式による底質改善技術	気泡を含有する堆積物中の潮位の周期的変動による間隙水の鉛直輸送を理論的に解析し、実験及びシミュレーションによりこの手法の有用性について検討する。 潮位の周期的変動（自然の仕組み）による堆積物内の圧力変動を利用して、気体保持装置を用いた堆積物中の気泡含有率を増加させ、堆積物中の間隙水（鉛直流）を増加させることで、直上水中の水質汚濁物質の堆積物内への輸送を促進し、干潟の有する自然の浄化機能を有効的に利用し底質の改善を図る。	【改善対象】底質改善 【指標とする項目】堆積物中の有機物の酸化速度 【改善目標】－ 【効果】 ・現地試験において装置による効果を確認 ・有明海の潮汐作用（自然の仕組み）による堆積物内の水輸送をシミュレーションにより推定できる理論モデルを構築 ・実用化に向け、加工しやすく経済的な自然素材を用いた試作品を作成、現地に埋設しモニタリングを実施 【費用】－	有明海湾奥部干潟域	－	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	楠田哲也(九州大学)ら	－	研究段階
129	浸透柱設置による底質改善効果の把握	旧太田川空鞘橋付近の実証試験フィールドで2005年12月に施工された浸透柱の効果を検証するため、水質及び底質調査を実施し、浸透柱設置による底質改善効果の把握を行った。 浸透柱周辺の底質改善効果として、浸透柱施工前と比べて施工後11ヶ月では、間隙水中のアンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素の減少、及び底質中の硫化物、強熱減量の減少が確認された。	【改善対象】水質及び底質の悪化 【指標とする項目】 ・間隙水中のアンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素 ・底質中の硫化物、強熱減量 【改善目標】－ 【効果】 ・間隙水中のアンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素の減少 ・底質中の硫化物、強熱減量の減少 【費用】－	－	浸透柱	年次学術講演会講演概要集 Vol: 62 巻	藤原哲宏, 日比野忠史, 末國光彦, 田多一史	2007	実証段階
130	石炭灰造粒物を用いた沿岸底質環境改善材開発のための基礎的研究～栄養塩溶出試験及びSkeletonema costatumの増殖試験～	生態系の栄養塩バランスを制御し、有機物の多い底質を改善するため、石炭灰造粒物の特性評価を行った。 本研究で用いた石炭灰造粒物は、石英及びケイ酸アルミニウムの層にSiO ₂ , CO ₃ , Al ₂ O ₃ , CaOを含む。りん酸、ケイ酸及びカルシウムの緩やかな溶出が観察された。これは、酸化した底質の中和に役立ち、沿岸海域における栄養塩バランスの制御に有効である可能性がある。珪藻 S. costatum の成長はバッチ培養下では pH 上昇によって阻害されたが、自然条件下ではマグネシウムの析出及び炭酸塩の平行により、そのような pH 上昇は起こらないであろう。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・有機物含有量が高く、間隙水中のリン・シリカなどの溶存無機物濃度が低い底泥に対しては、底生微藻などの増殖を通して底生生態系の修復が期待される。 【費用】－	室内実験	底質改善剤	水環境学会誌 Vol. 31 (2008), No. 8 pp. 455-462	浅岡 聡, 山本民次, 山本 杏子	2008	研究段階
131	製鋼スラグと微細藻の組み合わせによる底質改善技術	製鋼スラグの物理・化学的性質と微細藻の生物学的特徴の相乗効果を見込んだ底質改善技術。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	－	製鋼スラグと微細藻の組み合わせによる底質改善技術	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	広島大学大学院生物圏科学研究科(山本民次教授)	2008	実証段階
132	有明海における底質改善工法の現地試験による検討	我国の干潟の40%にも達する約8,600haの広大な干潟域を持つ有明海は、かつてはアゲマキやタイラギなど多種にわたる底棲生物が棲息する重要な海域であった。近年では、魚介類の不漁が続いており、平成12年には海苔の色落ちといった深刻な問題が発生している。漁業従事者の聴取り調査によると、有明海の透明化や底泥の黒色化及び硫化水素臭の発生といったような底質の悪化・異変に関する指摘が多くある。 本論文では底質改善を目的とし、発泡ガラス材等の底質改善材を配合することによる改善効果の検討を行った。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	－	底質改善工法	土木学会年次学術講演会講演概要集第7部 Vol: 59 巻	牛原 裕司, 原裕, 吉武 茂樹, 田中 健太, 林重徳	2004	実証段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
133	有明海の干潟底質改善における発泡ガラス材の有効性	本研究では、近年、干潟底質の環境悪化が見られる有明海において、アゲマキ養殖の再生を目的とした底質改善を実施した。 底質改善材料には、廃ガラスを原料として作られた発泡ガラス材と海砂を使用し、それぞれの改善効果を室内及び現地試験により検証した。 干潟底質の現状は、夏季になるとバクテリアの活動により水産用水基準を超える硫化物が生成し、底棲生物の棲息が困難な環境となっている。 本論文では、発泡ガラス材や海砂を底質改善材料として底質に耕耘・混合することで、底質に含まれる有機物や硫化物の濃度が低下する。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・底質の有機物、硫化物の減少 【費用】－	有明海	発泡ガラス材	環境工学研究論文集 Vol: 44 巻	牛原 裕司, 林重徳, 原 裕, 松尾 保成, 杜 延軍, 末次 大輔, M. Azizul MOQSUD	2007	実証段階
134	底質改善材料の開発並びに改善効果の持続性調査	かつて有明海の特産品であったアゲマキの養殖業再生を目的とした干潟の底質改善実証実験において、ガラス廃材を再資源化した発泡ガラス材(比重 1.5 程度)を底質改善材料として開発し、これによる底質改善効果と持続性を調査・検討することを目的とする。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】底質の化学・物理的特性 【改善目標】－ 【効果】 ・改善材料の混合による希釈効果と有機物濃度の低下により硫酸還元作用が低下 (AVS 0.2mg/g dry-mud 以下) ・動水勾配が増幅されることで、間隙水の鉛直流が促進され、底質内の酸化反応が助長されると想定 【費用】－	有明海湾奥部干潟域(推定)	－	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	原裕(日本建設技術株式会社)ら	－	実証段階
135	石炭灰造粒物覆砂による環境修復効果 - 汽水域をフィールドとして -	中国地方整備局中海沿岸環境整備事業の覆砂材として敷設された石炭灰造粒物の環境改善効果について、二枚貝を中心とした海生生物の調査による環境修復の評価を行った結果、以下の知見を得た。 ・浅場造成や覆砂による環境修復は、生息環境に適した二枚貝類が着生して成育する場を提供することが可能であり、対象水域の特性を理解した構造選定を行えば、一定の修復効果を得ることができ、二枚貝の成育の場の提供につながる。 ・二枚貝の着生・育成において、石炭灰造粒物は砂と対比して優位性をもち、特にサルボウガイについては、非常に高い優位性を持っている。 ・石炭灰造粒物は、二枚貝の食餌となる珪藻類を供給させ、寸法効果から間隙内への浮泥のトラップと圧密抑制による酸化状態の維持が期待できる。	【改善対象】貧酸素にともなう海生生物の減少 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・石炭灰造粒物は、二枚貝の食餌となるケイ藻類を供給させ、寸法効果から間隙内への浮泥のトラップと圧密抑制による酸化状態の維持が期待できる。 【費用】－	島根県中海	石炭灰造粒物覆砂	土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 65 (2010), No. 1 pp. 1026-1030	福間 晴美, 日比野 忠史, 山本 民次, 斉藤 直	2009	実用段階
136	石炭灰造粒物 (Hi ビーズ) による海域環境の改善技術	石炭灰造粒物を海底に覆砂することにより、底質からの硫化物イオン、溶存態窒素及び溶存態リンの溶出抑制による海域環境の改善及び底生生物生息環境の改善を図る。原理石炭火力発電所から産出される石炭灰(フライアッシュ)を少量のセメントで造粒固化した石炭灰造粒物は、栄養塩や硫化物イオン等の吸着効果が付加されることが確認されている。このことから、水質、底質改善材として、従来材料(天然砂)にある物理的效果に加えて、化学的な効果を期待できる技術である。また、海藻草類の着生・繁茂や有用二枚貝の生産などの付加価値も期待される。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】硫化物イオン、DIN、DIP、底生生物 【改善目標】 ・底質からの溶出抑制効果が認められる。 ・底生生物の個体数・種類数が対象区と比べて高い。 【効果】 ・水質及び底質の改善 短期的な効果として DIN、DIP、硫化物イオンの溶出抑制及び ORP の低下抑制による水質及び底質改善が、長期的効果として DIP、硫化物イオンの溶出抑制及び ORP の低下抑制による水質及び底質改善が期待できる技術である。 ・生物生息環境の改善 短期的な効果として原地盤や砂利区と比較して数ヶ月でより多くの種類が出現するなど、生物生息環境の改善が、長期的な効果として石炭灰造粒物敷設後 8 年を経過しても原地盤より種類数が多いことから、生物生息環境の改善効果が期待できる技術である。 【費用】－	大河漁港馬島沖	石炭灰造粒物 (Hi ビーズ) による海域環境の改善技術	平成 22 年度環境技術実証事業閉鎖性海域における水環境改善技術実証試験結果報告書	株式会社エネルギア・エコ・マテリア	2011	実用段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
137	囲繞堤と覆砂・耕耘混合による底質改善技術の実証実験	底質悪化の著しい有明海湾奥部干潟域において、浚渫した底泥を袋詰めした土嚢による堤（囲繞堤）を構築し、その内部に覆設した底質改善材と底質を耕耘混合する「底質改善技術」を開発し、その効果を実証する。また、有明海湾奥部干潟海域に観測塔を設置し、定点における定期的な調査観測を実施し、水質・流況の変化、底質改善への影響と効果を評価する。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】稚貝の生残・成長 【改善目標】－ 【効果】 ・大型台風の直撃・波浪により、改善区の底質に分級と数cmの砂層形成がみられるものの、生物の生息できる底質環境が維持されており、さらにアゲマキ稚貝の生残・成長も順調 ・放流したアゲマキ人工稚貝の成熟と一部に放卵を確認 【費用】－	有明海湾奥部干潟域	－	九州大学大学院工学研究院 JST有明プロジェクト	林重徳（佐賀大学低平地研究センター）ら	－	実証段階
138	干潟耕耘ロボット	波あたりが悪く底質の劣化した干潟に対してジェット噴流を用いて底質を攪乱することで底質の改善を図る工法。船舶に搭載したジェットポンプにより高圧水を底質改善装置の後部に配置した吐出管から噴射し、海底面を耕耘するものである。 技術の特徴 ・ウォータージェット水流（噴出圧力7kg/cm ³ ）を利用することで底質改善効果が高い ・曳船方式のため汎用性が高く、漁船にも装着可能 ・水と空気を置換して浮沈作業が容易。半球体になっているのは安定的に沈降や浮上を行えるようにするためである。 ・底質改善時の曳航スピードとジェットの吐出圧力を変えるだけで、改善深さをコントロールできるため（10～30cm）、地盤条件に合わせた底質改善が可能 ・干潟耕耘ロボットには角度検知機能を有するエンコーダーがついており、効率的な耕運が可能	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・底質に酸素を供給 【費用】－	大分県豊前海	干潟耕耘ロボット	平成18年度産業公害総合防止対策調査～東京湾におけるモデル水域別対策検討調査～	株式会社大林組	2007	実証段階
139	海底耕耘機によるマイクロバブルエアレーション	台船に搭載したコンプレッサーから供給される圧縮空気を動力として海底を自走し耕耘する。また、同時に海底直上の海水を台船上で加圧し、耕耘機に搭載した微細気泡発生器により海底でマイクロバブル化した空気と混合吐出する（約3m ³ /分）ことで海域の貧酸素や底層の改善を図る。	【改善対象】貧酸素、底質の悪化 【指標とする項目】DO、底質硫化物量、底生生物 【改善目標】 ・処理終了から1昼夜（16時間）後の底層水（底上1m）のDO濃度を3mg/L以上にする ・硫化物量を0.1mg/L以下にする（播磨灘沖合い域における砂泥質と同等） ・底生生物の種類数及び総個体数を対照区と比較して50%以上増加させる。 【効果】 ・底層水の一時的なDO改善（1.5mg/L増加） ・底質の硫化物生成の抑制 ・底生生物個体数の増加 【費用】 ・イニシャルコスト：490,000円 ・ランニングコスト：99円/m ²	兵庫県南芦屋浜	海底耕耘機によるマイクロバブルエアレーション	平成19年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	株式会社キューヤマ	2008	実証段階
140	有明海干潟海域環境改善に向けた泥質干潟耕耘の効果に関する研究	有明海の疲弊が問題化されている中、その干潟環境の改善に向けての対策法の開発を目的として、泥質干潟を耕耘し、その追跡調査結果から泥質干潟の耕耘効果の検討を行った。 泥質干潟の耕耘効果について、物理的、化学的、生物学的に検討した結果、泥質干潟を耕耘する事による直接的な改善効果と、干潟環境を取り巻く食物連鎖からなる波及的な改善効果がみられた。 泥質干潟環境の改善は沖合海域環境への負荷削減につながることから、泥質干潟の耕耘は有明海の海域環境改善に有効な改善策であることが示唆された。	【改善対象】干潟環境の劣化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】－ 【費用】－	－	泥質干潟耕耘	海岸工学論文集Vol: 52巻	滝川清, 増田龍哉, 森本 剣太郎, 田中 健路, 大久保 貴仁, 西原 孝美, 吉田 秀樹	2005	実証段階

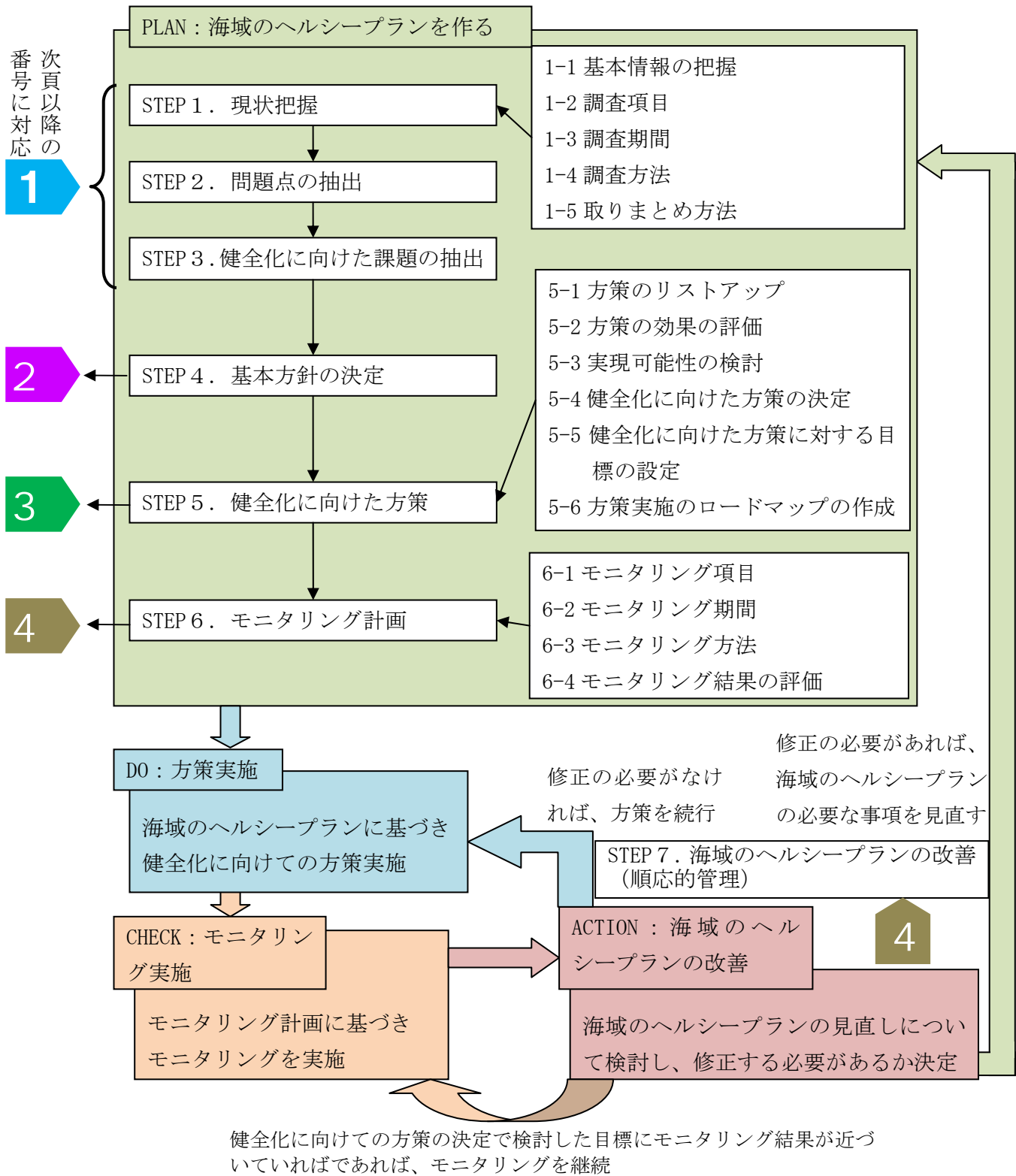
No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
141	底質地盤改良工法(SIB工法)	底質に堆積した不純物(シルト、火山灰等)を元の固定した地盤の下に置き換える工法(底質地盤改良工法、SIB工法)で粒度分布を改善する。堆積層が厚い場合は(底質地盤混合法 MMB工法)砂を添加することにより粒度分布を改善する。粒度分布を改善することにより、底質の環境を改善する工法である。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・粒度分布の改善 【費用】 ・イニシャルコスト 施工単価=1,256円/M2	－	底質地盤改良工法(SIB工法)(QSK-100002-A)	NETIS 新技術情報提供システム	(株)西海建設、松尾建設(株)、(株)ワイビーエムサービス	2001	実用段階
142	底泥分級浄化工法	水域に堆積している底泥の粒子には硫化物やリン(P)や窒素(N)等の物質が付着している。これら付着物質の付着量を粒子の質量と比較すると、粒径の細かい粒子ほど比表面積が大きいことから付着物質も多くなっている。このことから底泥のうち粒径の細かい方から10%を除去することで、付着物質の80%~90%が除去できることになる。 底泥を水中で再懸濁化させることにより、比表面積の大きい細粒子は沈降速度が遅く比表面積の小さい粗粒子は早く沈降するストークスの法則を用いて分級することで、表層に浮遊している細粒子をポンプアップし除去する。これにより少ない回収・処分量で底質改善が為され水質浄化が可能となる。また、底質を好気状態にすることで硫化水素の発生を抑制し悪臭の発生を防止する事ができる。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】堆積汚泥の硫化物・リン・窒素 【改善目標】－ 【効果】 ・除去する底泥量が少ない為、処分にかかる経済的・環境的負荷が少ない。 ・底泥を再懸濁化させることで、底泥中及び水中に酸素を供給することで効率的に好気化することができる。 ・有害物質の少なくなった再堆積底泥は酸化還元電位が高く、硫化水素の発生を抑制する事ができる。 【費用】 ・積算条件 粘土質土砂、水深 -10m 浄化土厚 0.4m(余掘 0.1m) 浄化面積 50,000m ² 浄化土量 20,000m ³ ・イニシャルコスト 直接工事費：208,425,100円	－	底泥分級浄化工法(KTK-110004-A)	NETIS 新技術情報提供システム	あおみ建設株式会社 学校法人東海大学	2007	実用段階
143	干潟海域の生物特性調査並びに再生実証実験域における有用生物種と生物攪乱の効果	アゲマキは、平成4年以降漁獲されておらず、資源回復は緊急の課題である。そこで、底質を改善した漁場に当センターが生産したアゲマキ稚貝を放流し、漁場内で成長したアゲマキが産卵(母貝団地造成)することによって、資源が回復することを目指している。また、アゲマキによる漁場内の底質浄化効果(生物攪乱効果)を把握する。	【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】稚貝の生残・成長 【改善目標】－ 【効果】 ・濃縮プランクトン投与区及び天然プランクトン投与区の取り上げ時の総重量において、平成17年度は4,190gと4,180g、平成18年度は2,405gと1,522g ・平成17年度に放流した稚貝は、底質改善剤耕耘区で1月に検出率が0%になったものの、覆砂耕耘区で平成19年7月に1.8%あった。また、再生産が確認された。 【費用】－	有明海湾奥部干潟域(推定)	－	九州大学大学院工学研究院 JST 有明プロジェクト	野口敏春(佐賀県有明水産振興センター所長)ら	－	実証段階
144	湧昇流発生施設	海洋の表層と底層の間で発達する躍層で発生している内部波を利用して、海洋の深層水に多く含まれる栄養塩を表層に上昇させる。 具体的には大陸棚に打ち寄せる内部波の波高を集中させることで、波高が増大し、砕波させ上層水と混合させる。	【改善対象】栄養塩の不足 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・海洋深層水に多く含まれる栄養塩を表層に上昇させる。 【費用】－	－	湧昇流発生施設	平成19年度産業公害総合防止対策調査～東京湾の水環境改善に資する技術に関する実証モデル調査～	福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科(大竹臣哉教授)	2008	研究段階

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度								
145	石炭灰硬化体(アッシュクリート)技術	<p>沖合いの海底にブロックを積み上げ人工的にマウンド(人工海底山脈 L=120m 程度、h=15m 程度、W=60m 程度)を造成する。潮汐流等がこの構造物の影響を受けて、低層水を有光層となる表層近くに上昇させて(湧昇流)、この低層水に含まれるプランクトンに必要な栄養塩により、表層近くの植物プランクトンを活性化させ、食物連鎖により海域における基礎生産力を強化することとなる。</p> <p>株式会社アッシュクリートは、この人工海底山脈自体の形状特許、人工海底山脈の材料となる石炭火力発電所等から発生する石炭灰を多量にリサイクルするブロックの石炭灰硬化体(アッシュクリート)技術を保有している。また、北海道開発局の釧路港西港区島防波堤建設事業(エコポートモデル事業)において沖防波堤背後に浚渫土砂を使用したマウンドを造成し、その上部に起伏工を設け、海藻類の着生を促し、水生生物のあらたな生育環境の創造を目指している。この上部起伏工のブロックの素材としてこのアッシュクリートブロックが試験的に採用されている。</p> <p>技術の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> セメント、海水(水+混和剤)、石炭灰をある一定の配合で混合したものを、加振し、所要の強度を確保するものである。アッシュクリートの総重量のうち約2/3の重量を石炭灰が占め、少ないセメント量で多量に石炭灰をリサイクルできる点が大きな特徴である。 比重が軽く、波や流れの弱い閉鎖性水域での底質軟弱地盤には沈下、埋没しにくいという特徴がある。 この硬化体には貝殻やチップなども一定割合を混入することが可能で、多様なリサイクルの取り込みも実現できる。 	<p>【改善対象】 栄養塩の不足 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・潮汐流等により、低層水を有光層となる表層近くに上昇させる 【費用】 (NETIS より) 人工海底山脈築造用の矩形ブロック(6 t 型、3.35m³)の場合 ・イニシャルコスト 石炭灰産出場所から製造プラントまでの距離(km)とブロック製造費(概算値、直接工事費、10個あたり)(円)の関係は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <tr><td>1km</td><td>720,000 円</td></tr> <tr><td>10km</td><td>750,000 円</td></tr> <tr><td>30km</td><td>770,000 円</td></tr> <tr><td>50km</td><td>810,000 円</td></tr> </table>	1km	720,000 円	10km	750,000 円	30km	770,000 円	50km	810,000 円	-	石炭灰硬化体(アッシュクリート)技術	平成17年度産業公害防止対策調査「平成17年度閉鎖性海域保全対策の費用対効果調査(伊勢湾)報告書」	西武建設株式会社 株式会社アッシュクリート	2006	実用段階
1km	720,000 円																
10km	750,000 円																
30km	770,000 円																
50km	810,000 円																
146	シアノバクテリア Nodularia spumigena の除去:バルト海におけるパイロット事業	<p>シアノバクテリアの発生は、バルト海プロパーにおいて長年の課題であった。窒素固定 Nodularia spumigena は、バイオマスが水面下1mの層に集中し、表層に有毒な巨大群落を形成する。</p> <p>本パイロット研究では、2006年夏期に Nodularia 採集器の設置及び試験を実施した。オイル・フェンスは改良され、引きずり囲いからパルプや製紙産業で用いられる透水性の成形繊維に変わった。結果、改良オイル・フェンスは、海中での牽引によって効果的に機能することが示された。計算によれば、採集器の除去性能は理論上、0.055km²/hr である。</p>	<p>【改善対象】 藍藻発生 【指標とする項目】 シアノバクテリア (Nodularia spumigena) 【改善目標】 - 【効果】 ・採集器の改良により効果的に藍藻を除去 ・採集器の除去性能は理論上、0.055km²/hr である。 【費用】 -</p>	バルト海	-	AMBI0: A Journal of the Human Environment 38(2):79-84	Fredrik Gröndahl	2001	実証段階								
147	有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた対策工法の実証試験	<p>有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた対策工法の開発を目的として実証試験を行った。</p> <p>「干潟なぎさ線の回復」では底生生物の生息場所が回復され透過層を施した方で生物種・個体数が維持されることが明らかとなった。また、覆砂の流出を防ぐための潜堤をちどり状に配置して、自然干潟との連続性を保持させる新たな工法を用いることで、生物の定着を促すことが示唆された。</p> <p>「人工巣穴による底質改善」では人工巣穴設置地点において、還元状態の緩和が確認され、底生生物の種類数・個体数の増加もみられることから底質改善効果が期待できる。</p>	<p>【改善対象】 干潟環境の劣化 【指標とする項目】 - 【改善目標】 - 【効果】 ・干潟なぎさ線の回復 底生生物の種類数・個体数の増加 ・人工巣穴による底質改善 還元状態の緩和、底生生物の種類数・個体数の増加 【費用】 -</p>	-	なぎさ線の回復 人工巣穴	海岸工学論文集 Vol: 53 巻	滝川 清, 増田 龍哉, 森本 剣太郎, 松本 安弘, 大久保 貴仁	2006	実証段階								

No.	論文等タイトル	論文・報告書等の概要	改善方策の概要	論文・報告等の対象海域等	技術名	出典	報告者名	発表年	技術の熟度
148	複合的沿岸環境改善技術	<p>構造物、資源を複合的に組み合わせることによる生物生息環境の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物 A：水平くぼみによる生物多様性向上技術 ・ 構造物 B：鉄鋼スラグを用いた生物生息場の創造技術 ・ 構造物 C：リサイクル材を用いた付着生物多様性向上技術 ・ 構造物 D：貝殻を用いた生物付着促進技術 	<p>【改善対象】生物生息環境の劣化 【指標とする項目】生物 【改善目標】 ・ 対照区以上の生物量を確保する。 【効果】 ・ 生物量（湿重量、炭素固定量）の増加 ・ 生物種の多様化 【費用】 ・ イニシャルコスト 構造物 A：1,092,000 円 構造物 B： 650,000 円 構造物 C： 530,000 円 構造物 D： 374,100 円 ・ ランニングコスト：0 円/月</p>	呉市阿賀マリノポリス地区	複合的沿岸環境改善技術	平成 21 年度環境技術実証モデル事業 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 閉鎖性海域における水環境改善技術 実証試験結果報告書	五洋建設株式会社 日新製鋼株式会社 株式会社マリンアース	2010	実証段階
149	新しい里海の創生	<p>水域の貧酸素化現象は、主に堆積した有機物の分解によるため、底層付近で多く見られる。本研究では、底層付近に酸素を導入するための方法として、底生微細藻の散布や高濃度の酸素水を放流できる装置やマイクロバブル発生装置の開発、さらには、硝酸カルシウムによる底質改良技術などにより、底泥浄化効果の実証と底質改善技術の確立を目的とした。</p>	<p>【改善対象】底質の悪化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ 底生微細藻を英虞湾に散布した場合、酸素供給量が 11.5% 高くなり、有機物分解量が 4.6% 高くなると計算された。 ・ マイクロバブル装置を作成し、マイクロバブル生成能力、酸素供給能力を実験的に明らかにした。 ・ 真珠養殖漁場で採取された底泥に硝酸カルシウムを底泥 1L あたり 500mg 程度、直接添加することにより、底泥からの硫化水素の発生防止、底泥中の AVS（底質汚染指標の 1 つ）の消滅、底泥からのリンの溶出の抑制などの底質改良効果が、約 2 週間程度で顕著に認められた。 【費用】－</p>	英虞湾奥、室内実験	底層微細藻 高濃度酸素水散布 マイクロバブル発生装置 硝酸カルシウム	平成 14 年度事業開始 三重県 「閉鎖性海域における環境創生プロジェクト」 114-115	前川 行幸, 山本 民次, 社河内 敏彦, 辻本 公一, 安藤 俊剛, 清水 康弘, 辻 将治, 地主 昭博, 原正之, 小阪 幸子, 片倉 徳男, 上野 成三, 原口 浩一, Arun Bhai Patel	2003	実証段階
150	有明海干潟環境の改善・回復に向けた対策工とその効果	<p>有明海の干潟環境の改善・回復策として、数種の対策事業を現地で実施し追跡調査を行った。 「干潟耕耘」では ORP 値の増加が見られ、空気の強制混入を行うと 1 回の耕耘で約 1 月間の効果があること、底生生物では巣穴数の増加や下層で生物数増加等が確認できた。 「人工干潟の創生」では、人工池内で地盤が次第に軟弱化し始めており、冬季にもかかわらず多毛類の生息、エビ、アミ類や海藻の存在等が確認され、野鳥が飛来するなど徐々に生態環境が形成され始めている。 「なぎさ線の回復」では、盛砂の地形は H.W.L. を中心に安定してきて「なぎさ線」が創生され、数種の生物の棲息が約 1 ヶ月後には確認されるなど、良好な底質環境が形成されつつある。 いずれの干潟改善策も、その効果が期待できる結果が得られた。</p>	<p>【改善対象】干潟環境の劣化 【指標とする項目】－ 【改善目標】－ 【効果】 ・ 干潟耕耘 ORP 値の増加、底生生物の巣穴数、生物数の増加 ・ 人工干潟の創生 地盤の軟弱化、冬季における多毛類の生息、エビ、アミ類や海藻の存在の確認、野鳥の飛来 ・ なぎさ線の回復 安定したなぎさ線の形成、数種の生物の棲息の確認 【費用】－</p>	－	干潟耕耘 干潟造成 なぎさ線の回復	海岸工学論文集 Vol: 50 巻	滝川 清, 田中 健路, 外村 隆臣, 増田 龍哉, 森岡 三郎, 酒井 勝	2007	実証段階

3. 海域のヘルシープラン策定から見直しまでのイメージ

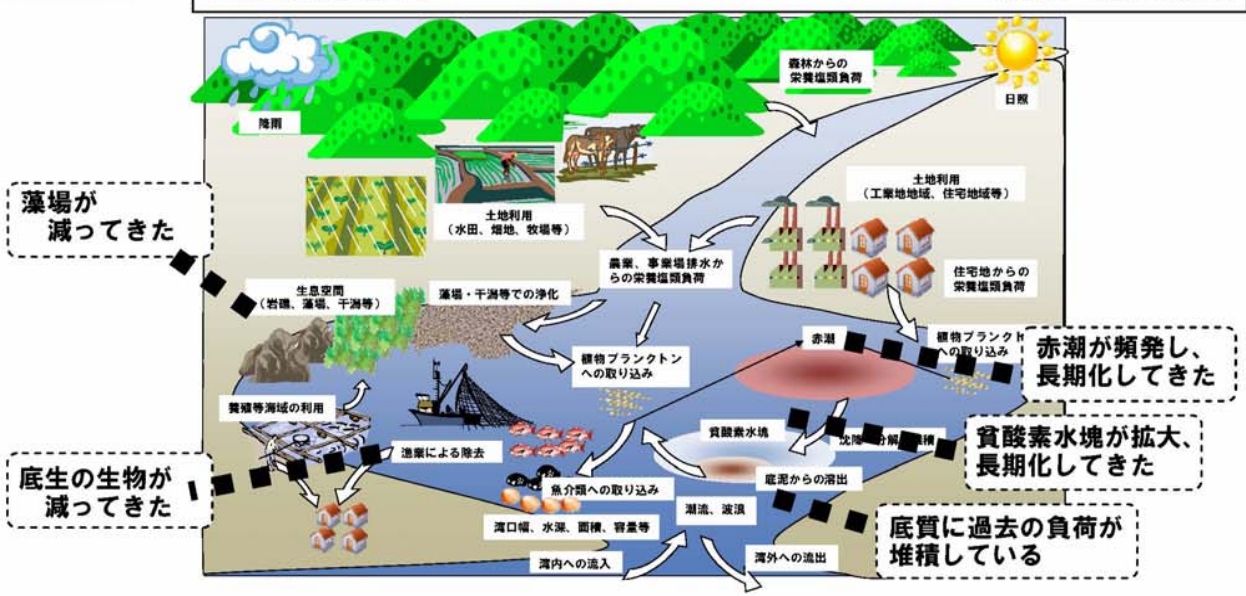
ヘルシープランの策定から見直しまでのフローは下図に示すとおりであり、不具合の異なる4つの代表的なイメージを想定し、下図のフローに従って検討を進めるイメージを次ページ以降に示す。



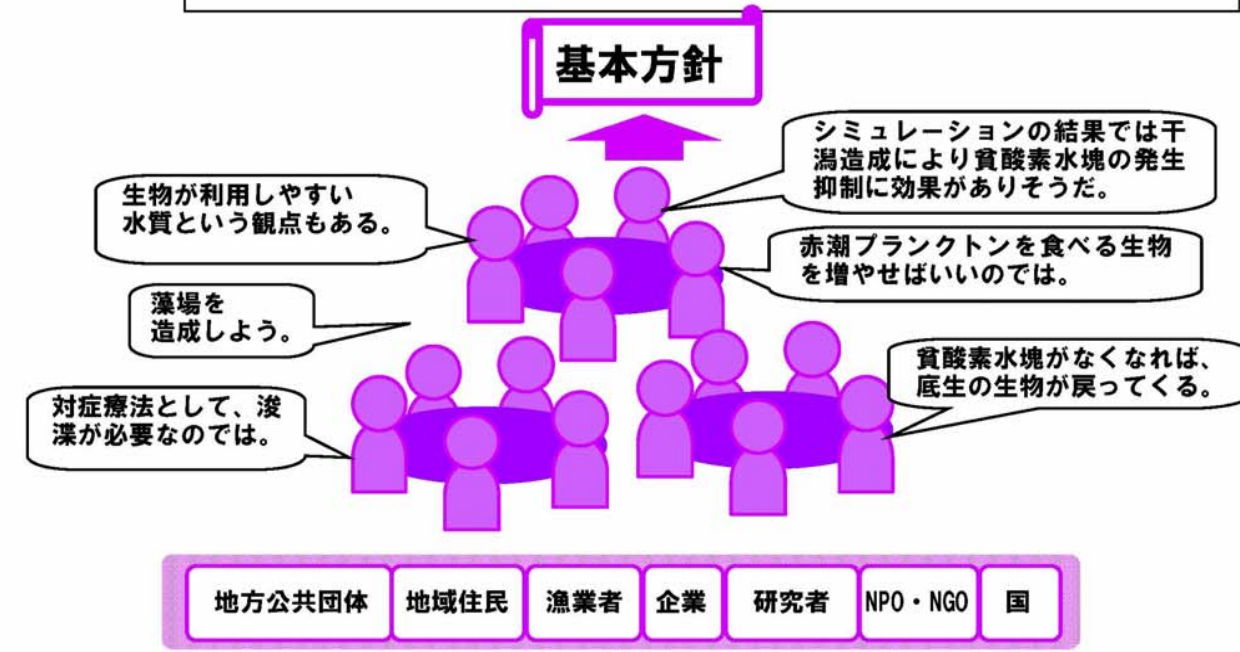
【地域のヘルシープラン策定までのイメージ】

イメージ A 貧酸素水塊や赤潮被害等の問題が発生している場合 (陸域からの負荷が蓄積された湾)(案)

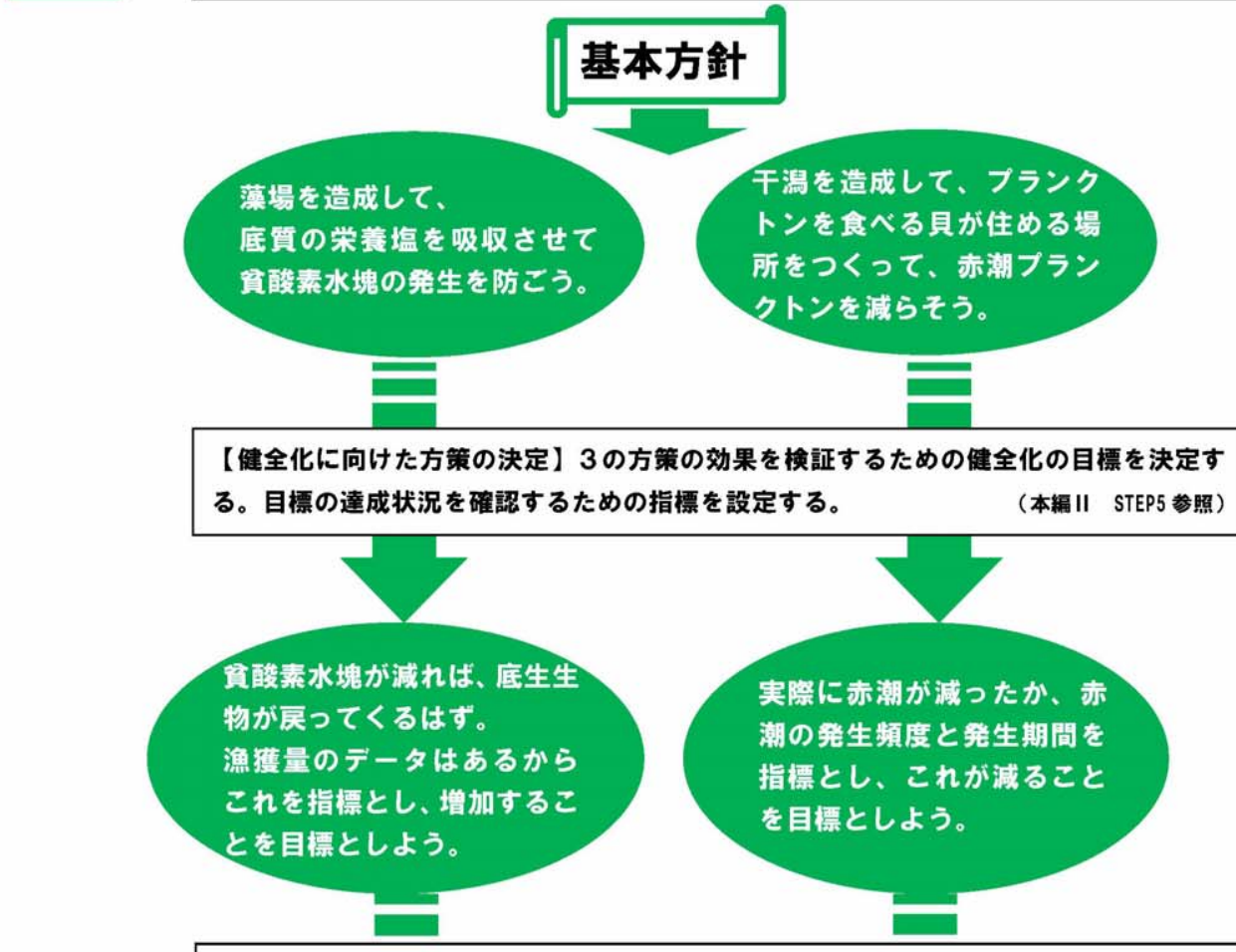
1 【現状把握、問題点の抽出、健全化に向けての課題の抽出】 まずは、既存資料や関係者へのヒアリングなどから、地域の海の現状を把握し、問題点を洗い出し、健全化に向けた課題を抽出する。
(本編II STEP1~3 参照)



2 【基本方針の決定】 地域の海をどうしたいか、関係者の同意を得て、基本方針を決定する。個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要。
(本編II STEP4 参照)



3 【健全化に向けた方策の決定】 2の議論を踏まえた基本方針のもと、健全化に向けた方策を決定する。
(本編II STEP5 参照)



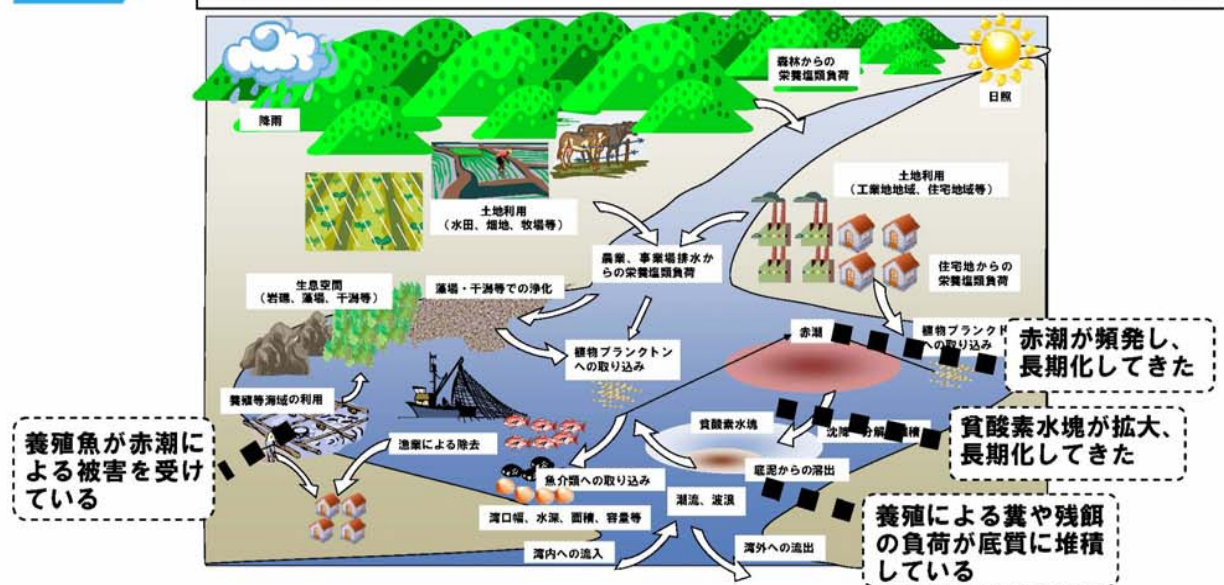
4 【モニタリングと順応的管理】 モニタリングの実施項目・期間・方法の検討を行う。モニタリングの評価結果によっては、ヘルシープラン自体の見直しを行う必要があり、「順応的管理」によって、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を基本とした物質循環の健全化を目指す。
(本編II STEP6~7 参照)



イメージ B 底質の悪化や赤潮被害等の問題が発生している場合 (給餌養殖業が盛んな湾) (案)

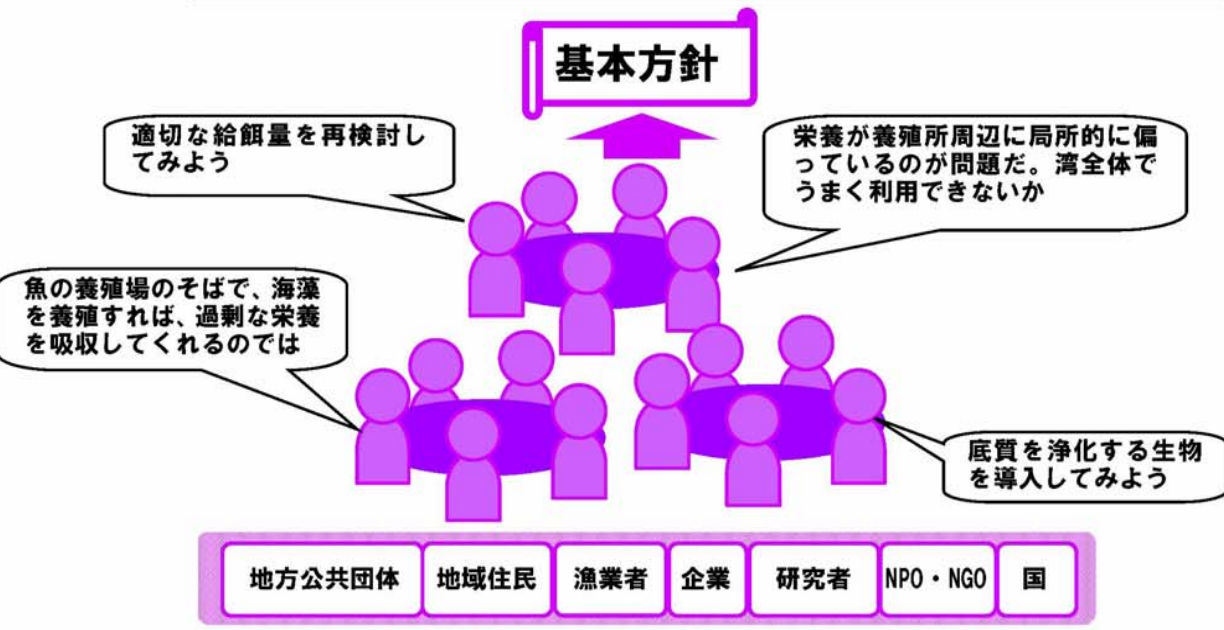
1

【現状把握、問題点の抽出、健全化に向けての課題の抽出】まずは、既存資料や関係者へのヒアリングなどから、地域の海の現状を把握し、問題点を洗い出し、健全化に向けた課題を抽出する。(本編II STEP1~3 参照)



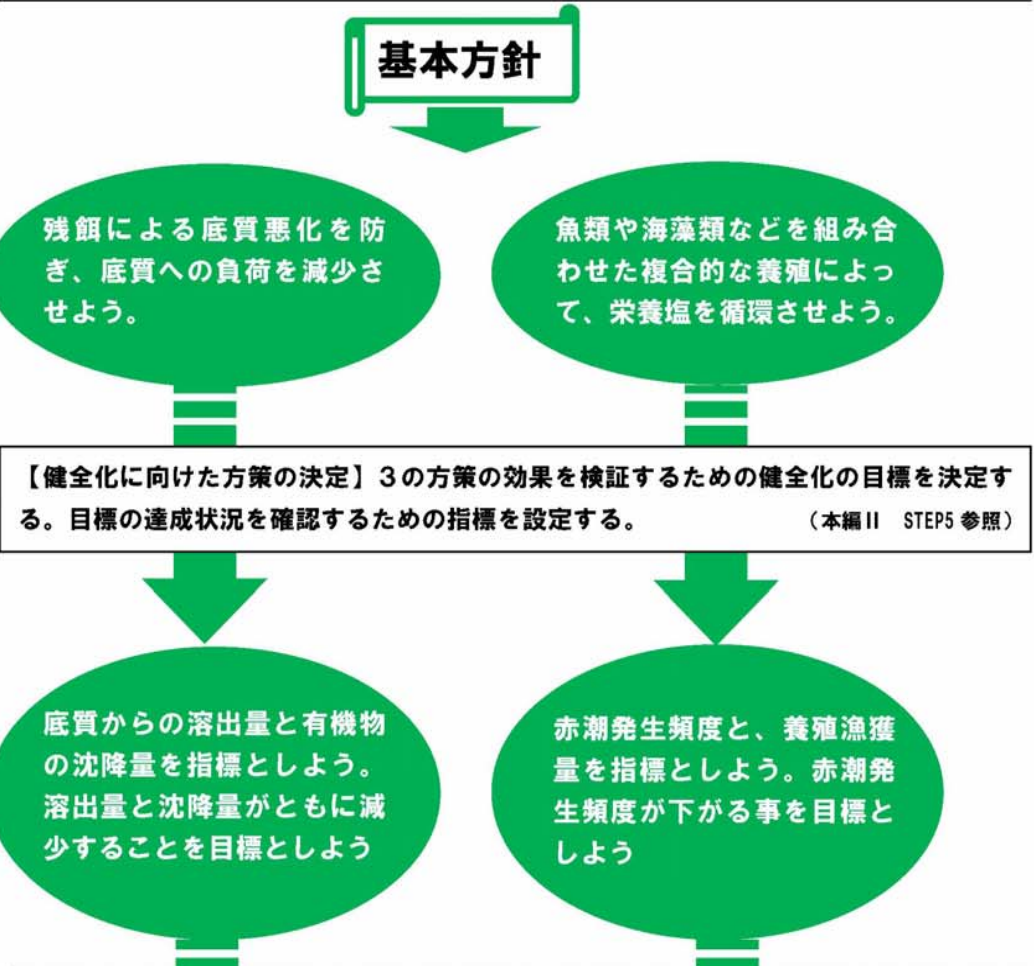
2

【基本方針の決定】地域の海をどうしたいか、関係者の同意を得て、基本方針を決定する。個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要。(本編II STEP4 参照)



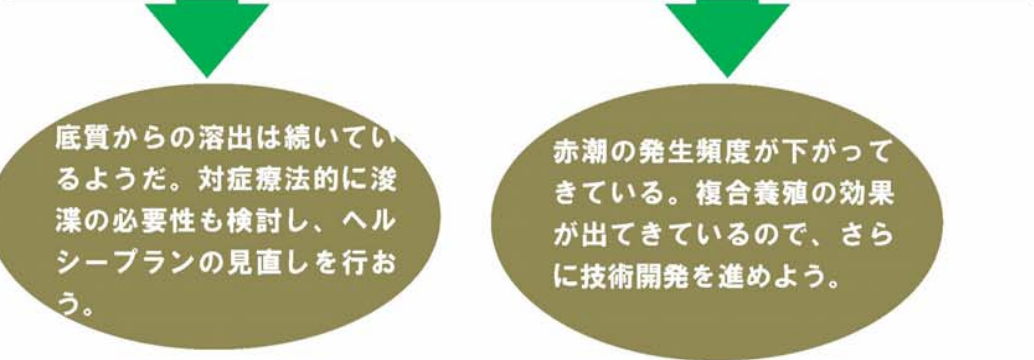
3

【健全化に向けた方策の検討・実施】2の議論を踏まえた基本方針のもと、健全化に向けた方策を決定する。(本編II STEP5 参照)



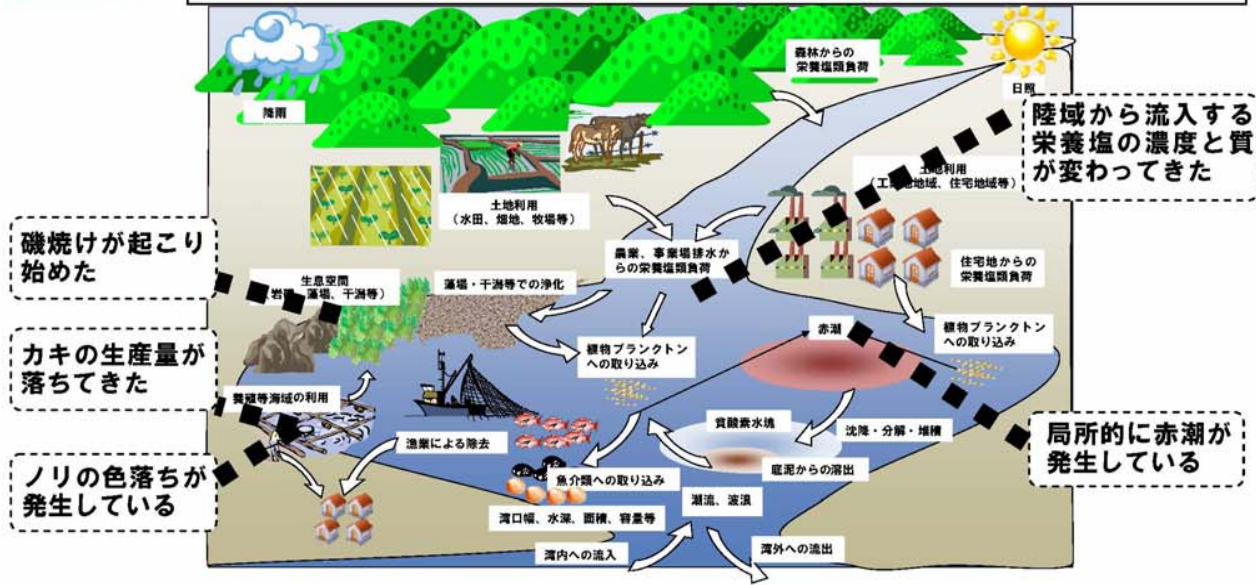
4

【モニタリングと順応的管理】モニタリングの実施項目・期間・方法の検討を行う。モニタリングの評価結果によっては、ヘルシープラン自体の見直しを行う必要があり、「順応的管理」によって、「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」を基本とした物質循環の健全化を目指す。(本編II STEP6~7 参照)

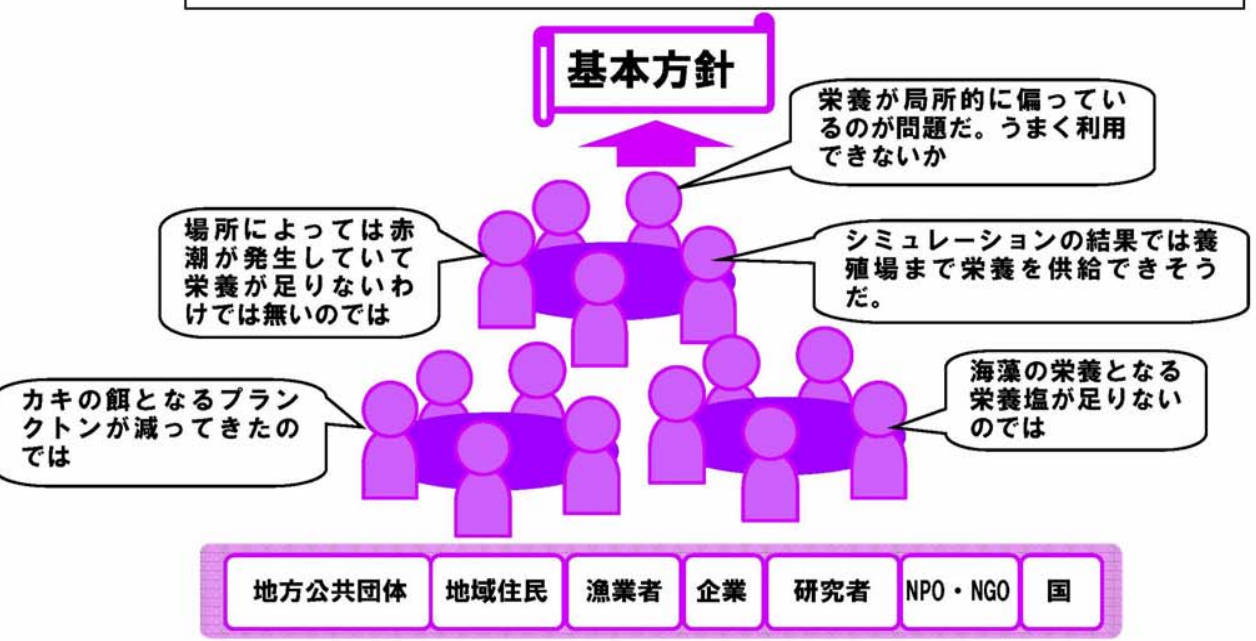


イメージC ノリ養殖など栄養不足や栄養の偏り等の問題が発生している場合 (無給餌養殖業が盛んで赤潮も見られる湾)(案)

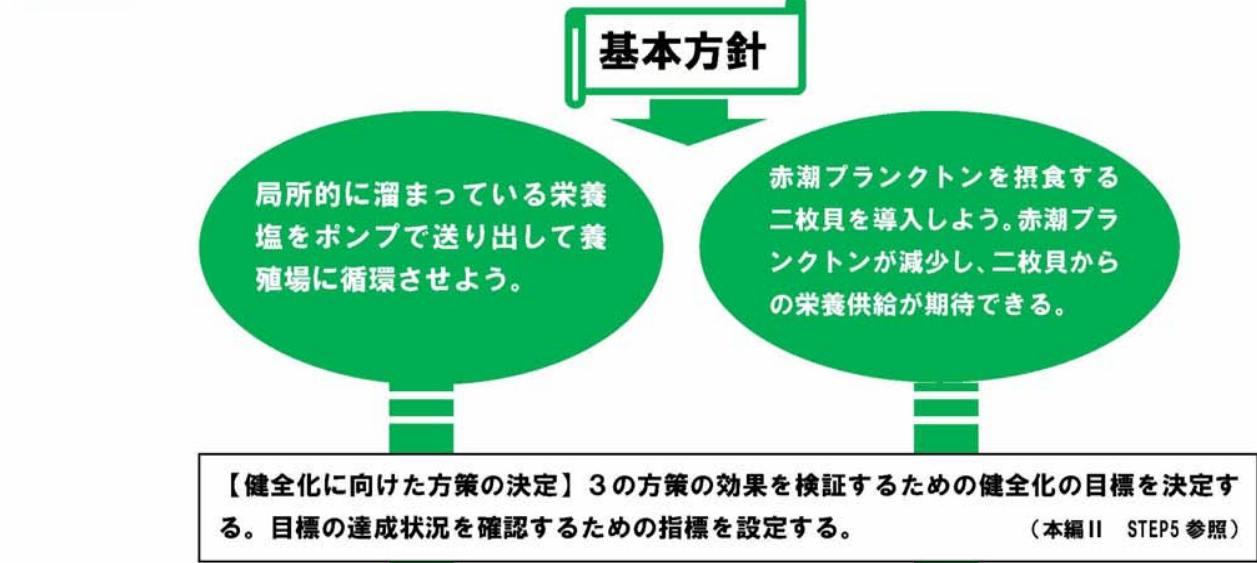
1 【現状把握、問題点の抽出、健全化に向けての課題の抽出】まずは、既存資料や関係者へのヒアリングなどから、地域の海の現状を把握し、問題点を洗い出し、健全化に向けた課題を抽出する。
(本編II STEP1~3 参照)



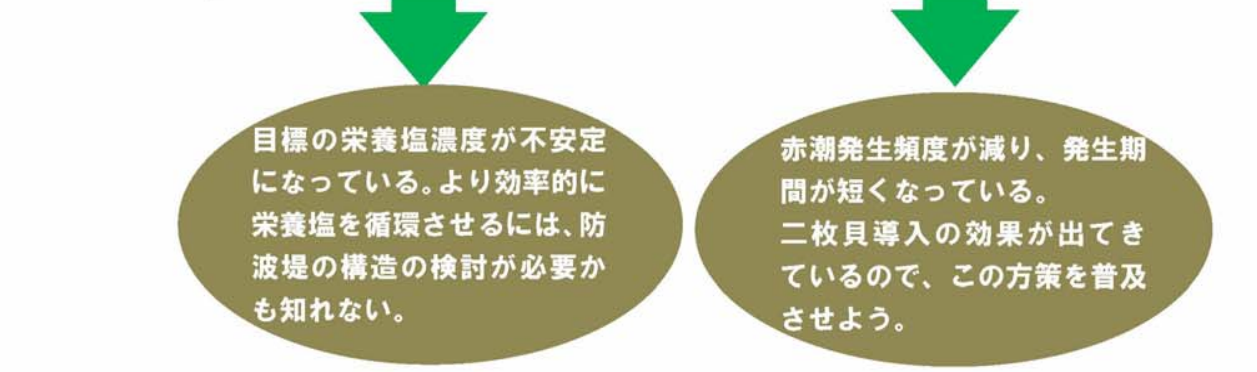
2 【基本方針の決定】地域の海をどうしたいか、関係者の同意を得て、基本方針を決定する。個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要。
(本編II STEP4 参照)



3 【健全化に向けた方策の決定】2の議論を踏まえた基本方針のもと、健全化に向けた方策を決定する。
(本編II STEP5 参照)

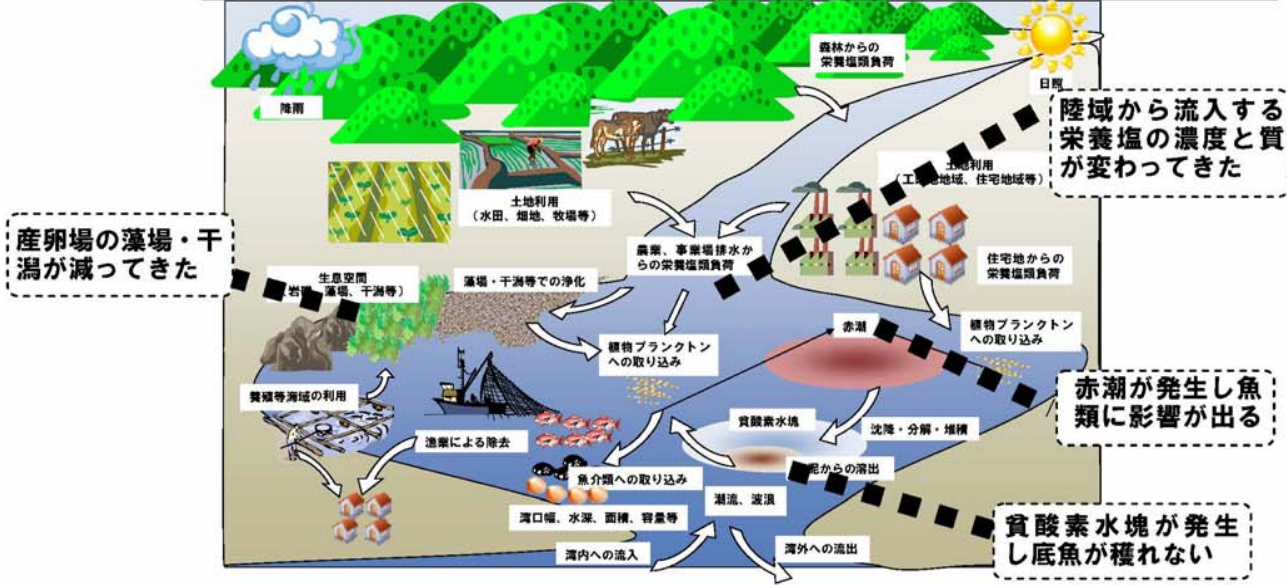


4 【モニタリングと順応的管理】モニタリングの実施項目・期間・方法の検討を行う。モニタリングの評価結果によっては、ヘルシープラン自体の見直しを行う必要があり、「順応的管理」によって、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を基本とした物質循環の健全化を目指す。
(本編II STEP6~7 参照)

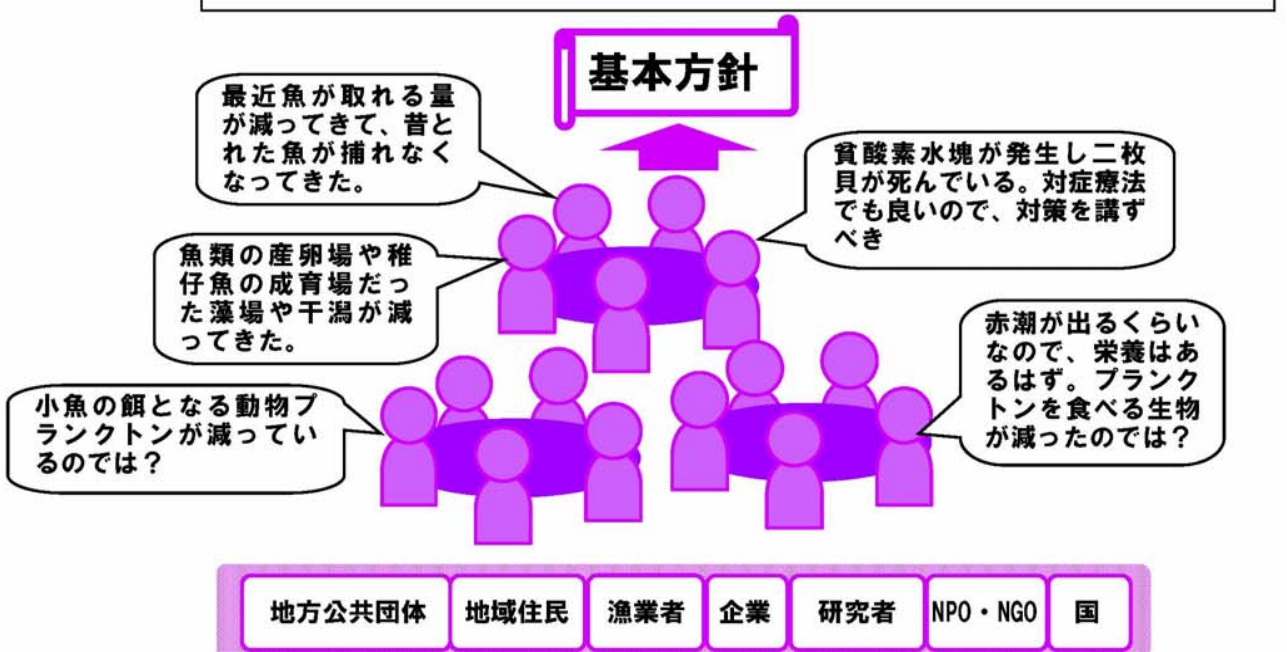


イメージD 漁獲が減ってきている場合 (高次生産に関わる生物の種類数や資源量に問題がある湾)(案)

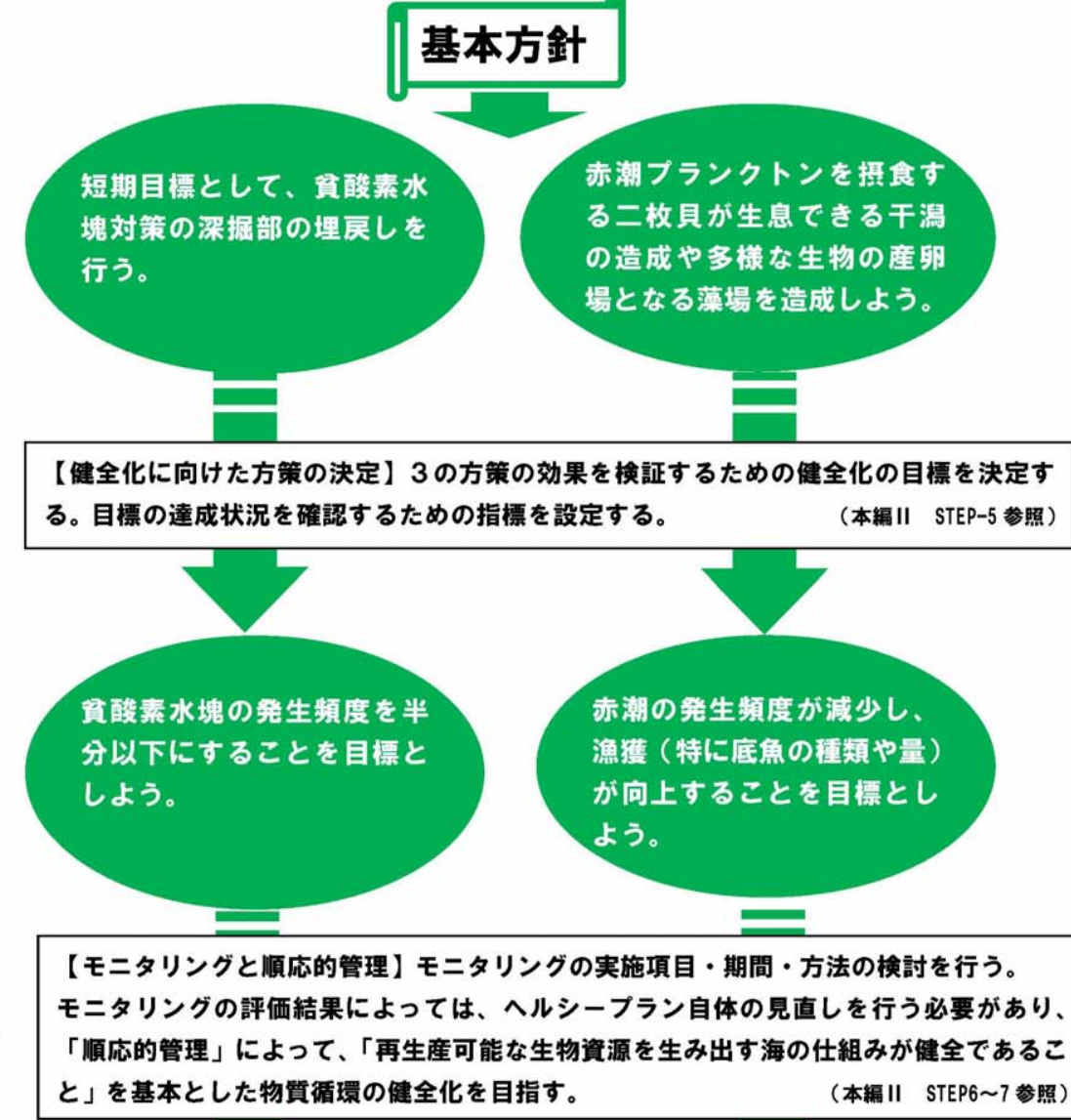
1 【現状把握、問題点の抽出、健全化に向けての課題の抽出】まずは、既存資料や関係者へのヒアリングなどから、地域の海の現状を把握し、問題点を洗い出し、健全化に向けた課題を抽出する。
(本編II STEP1~3 参照)



2 【基本方針の決定】地域の海をどうしたいか、関係者の同意を得て、基本方針を決定する。個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要。
(本編II STEP4 参照)



3 【健全化に向けた方策の決定】2の議論を踏まえた基本方針のもと、健全化に向けた方策を決定する。
(本編II STEP5 参照)



4 【モニタリングと順応的管理】モニタリングの実施項目・期間・方法の検討を行う。モニタリングの評価結果によっては、ヘルシープラン自体の見直しを行う必要があり、「順応的管理」によって、「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」を基本とした物質循環の健全化を目指す。
(本編II STEP6~7 参照)

