

(1) 全体工程と平成24年度検討スケジュールについて

目次

1. 検討の目的と流れ

- (1)目的
- (2)実施体制
- (3)検討の全体フロー

2. 平成23年度検討の概要

- (1)選定理由
- (2)三津湾で想定される不健全な事象(物質循環の滞り)
- (3)平成23年度調査・検討結果より推察される不健全化の要因
- (4)三津湾の健全化に向けた基本方針(案)

3. 地域検討委員会の予定と実施工程

4. 平成24年度の検討スケジュール

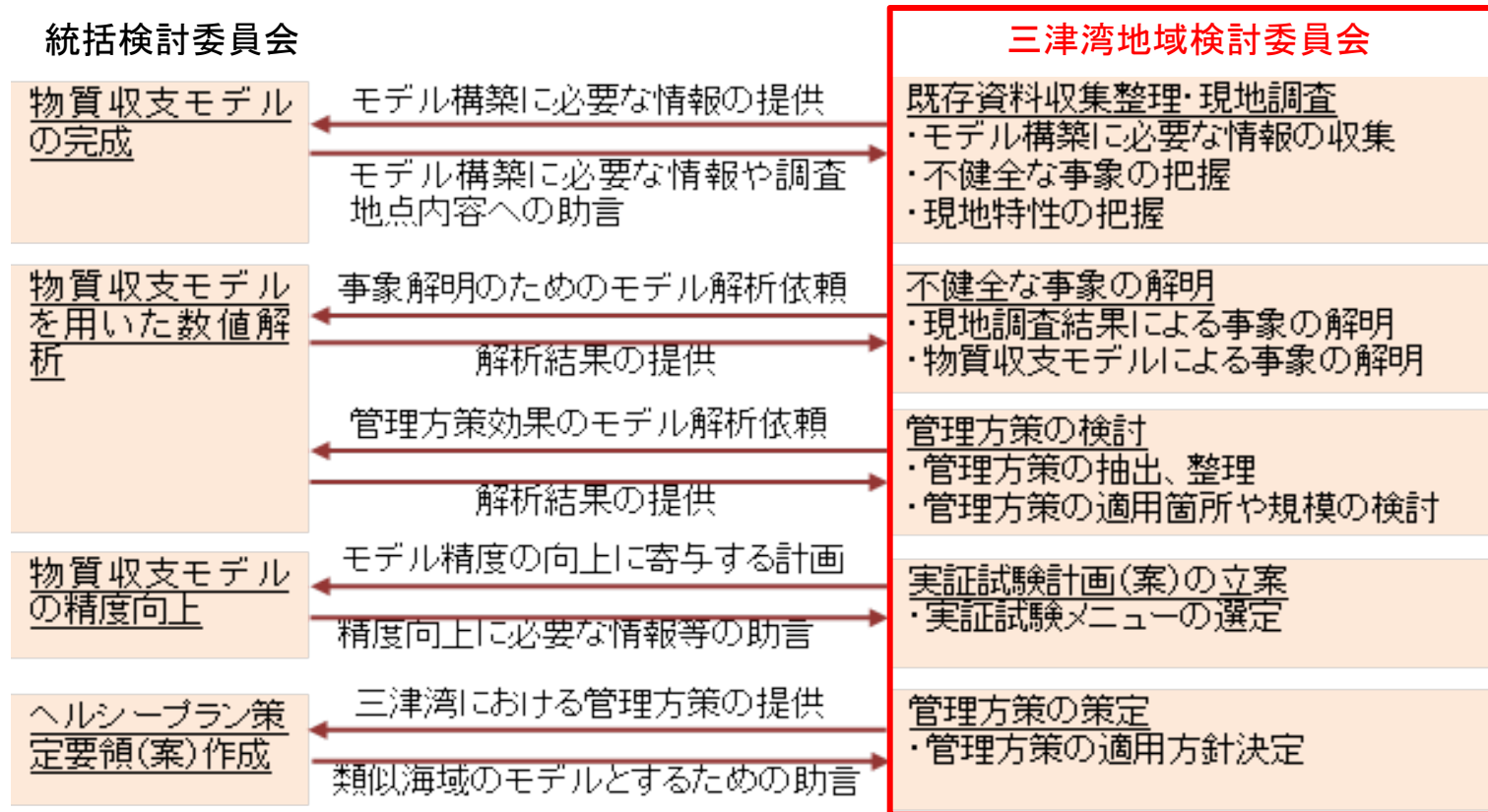
- (1)検討が必要な事項(平成24年度実施フロー)
- (2)物質収支モデル構築に必要なデータの取得①
(地域の物質循環に係る情報整理)
- (3)物質収支モデル構築に必要なデータの取得②
(現地調査計画の考え方)
- (4)物質循環の滞りの要因の解析
- (5)栄養塩類の物質循環バランス向上対策検討
- (6)実証試験イメージ

1. 検討の目的と流れ (1/2)

(1) 目的

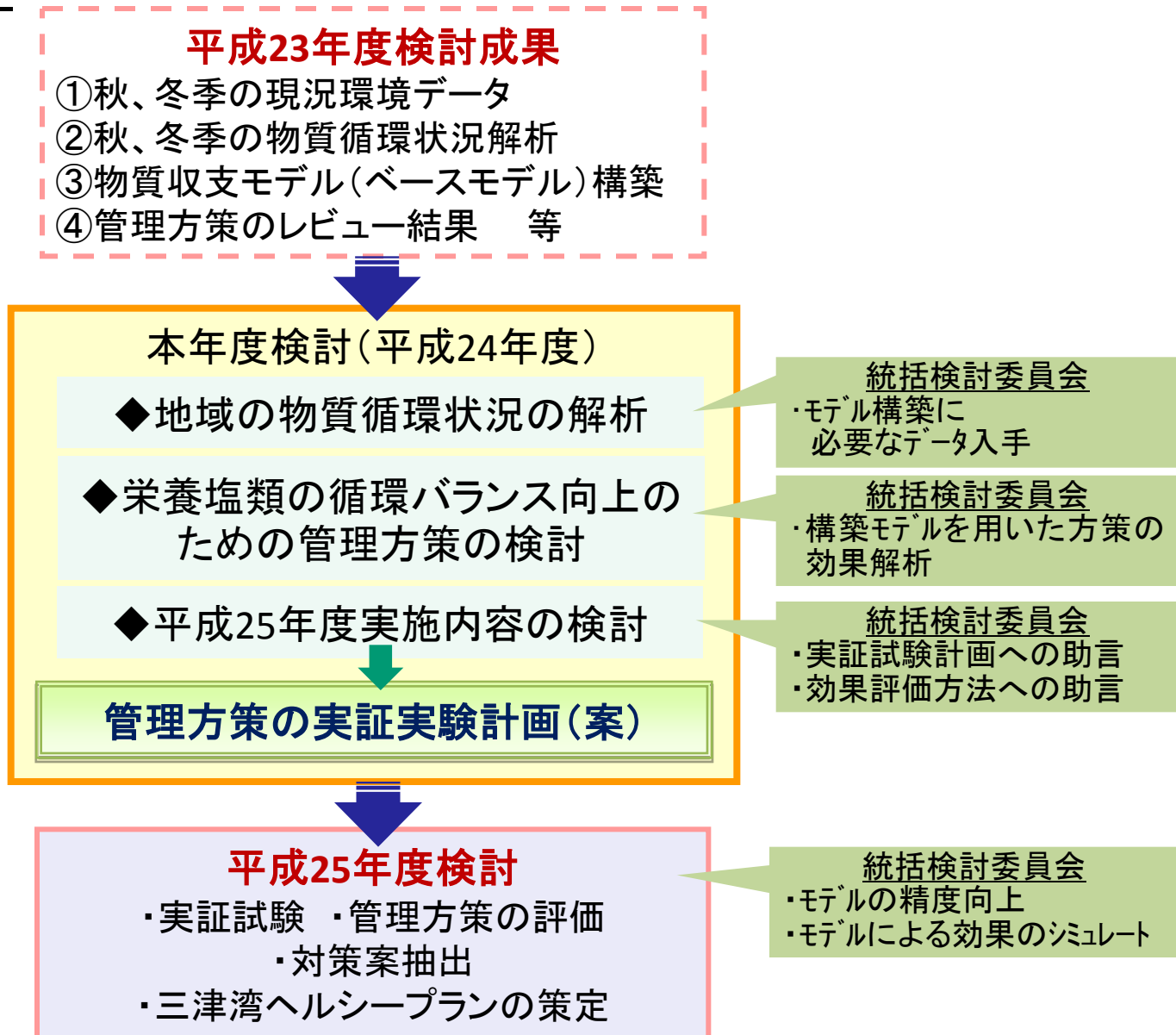
閉鎖性海域（三津湾）における栄養塩類の循環バランスを回復・向上させるため、地域における有効な行動計画（三津湾ヘルシープラン）を確立し、豊かで健全な海域環境の構築に資する事を目的とする。

(2) 実施体制



1. 検討の目的と流れ (2/2)

(3) 検討の全体フロー

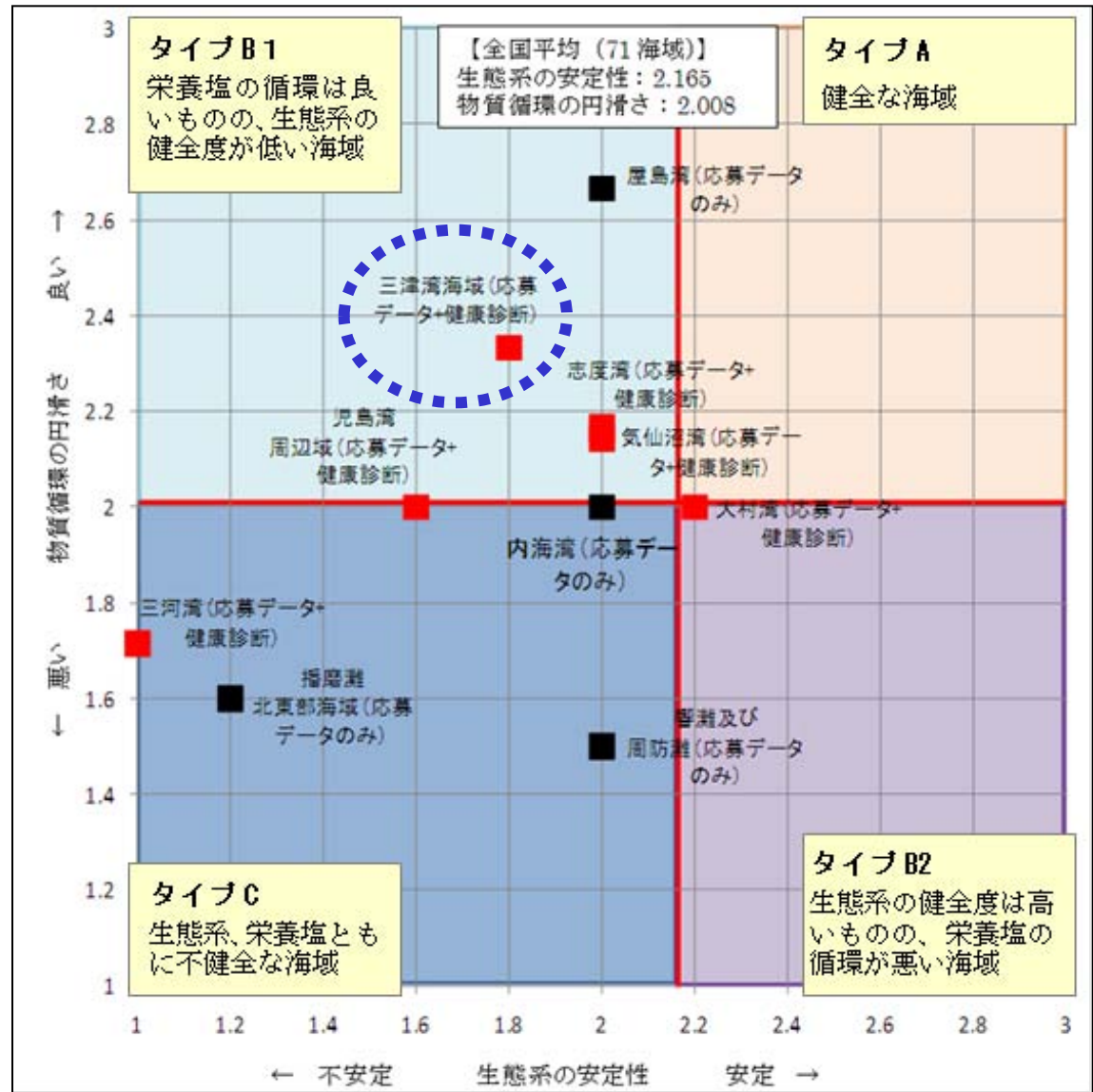


2. 平成23年度検討の概要（1/4）

(1) 選定理由

海の健康診断の対象
71海域を「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」を軸としてプロットし、4つのタイプに類型化。

応募海域の類型結果と、障害の程度、他の地域への波及効果、検討の有効性の視点から、三河湾や播磨灘北東部海域（タイプC）と異なるタイプB1に属する三津湾が、モデル地域に選定された。

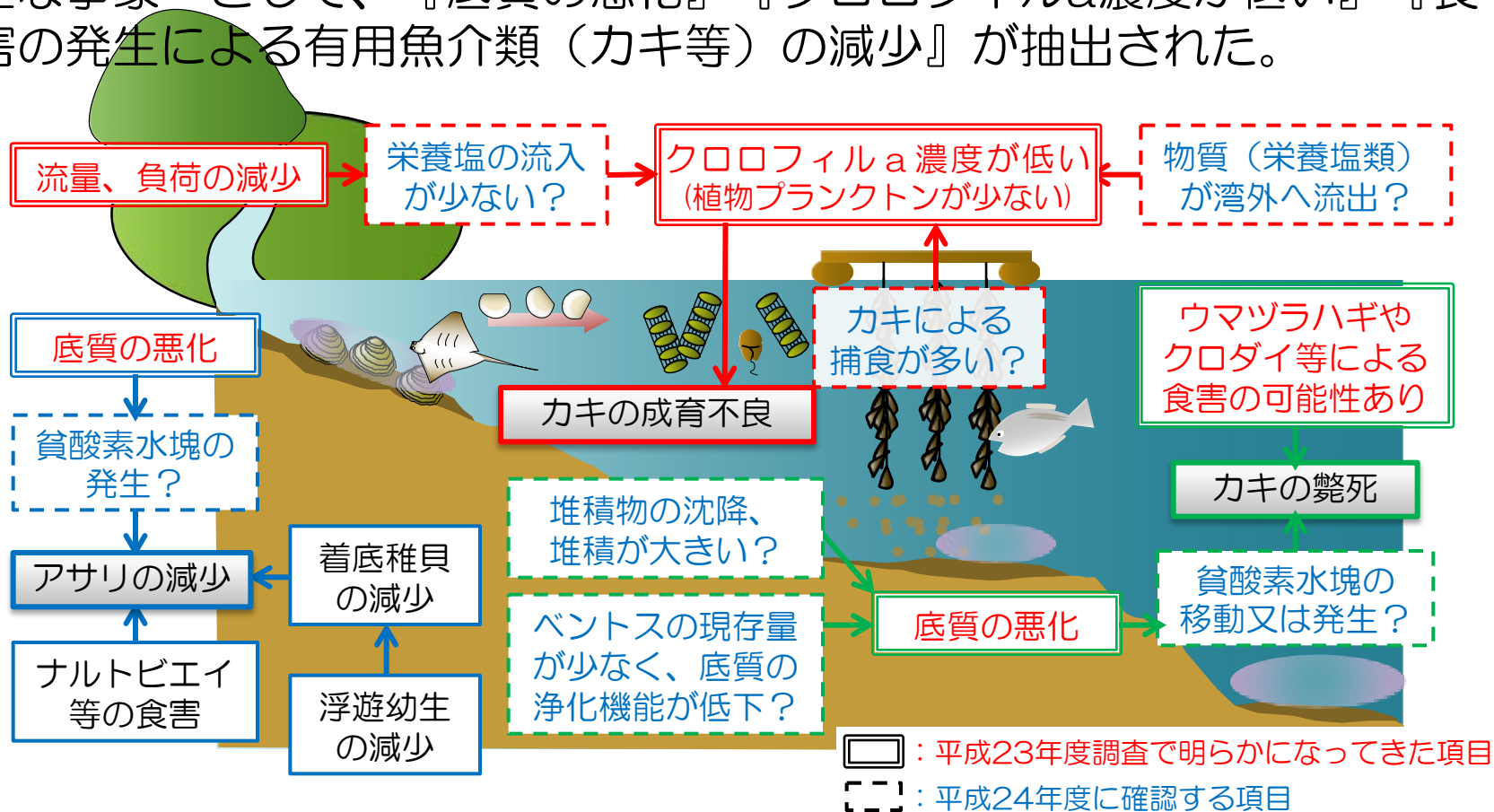


2. 平成23年度検討の概要（2/4）

(2) 三津湾で想定される不健全な事象（物質循環の滞り）

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点が報告されていた。

平成23年度の調査（秋・冬）、検討結果より、障害に関わる“不健全な事象”として、『底質の悪化』『クロロフィルa濃度が低い』『食害の発生による有用魚介類（カキ等）の減少』が抽出された。



2. 平成23年度検討の概要（3/4）

（3）平成23年度調査・検討結果より推察される不健全化の要因

底質の悪化

- 仮説①: カキ筏からの沈降物(有機物)が堆積している。
- 仮説②: 底生生物の現存量が少なく、浄化機能が低下している。

クロロフィルa濃度が低い(植物プランクトンが少ない)

- 仮説①: 栄養塩類が、植物プランクトンに利用される前に湾外に流出してしまう。
- 仮説②: 植物プランクトンが利用できる形態の栄養塩類の供給が少ない。
- 仮説③: カキ養殖量と、餌となる植物プランクトン量のバランスがとれていない。

その他の要因による有用魚介類(カキ等)の減少

- 仮説①: ウマヅラハギやクロダイなどの捕食者による食害が発生している。
- 仮説②: 底質の悪化により貧酸素水塊や硫化水素が発生し、中～下層のカキやアサリが斃死している。
- 仮説③: 植物プランクトンの種組成、現存量が適切でない。

『不足する情報の収集整理』『通期の現状把握』『モデルの精度向上』により
これらの仮説を検証し、三津湾における物質循環の滞りの要因を解析する

2. 平成23年度検討の概要（4/4）

（4）三津湾の健全化に向けた基本方針（案）

【統括委員会における健全化基本方針（案）】

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

- 陸域からの流入負荷に、大きな変化はみられない。
- 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、重要な課題となる。
- このことから、基本方針である「底質環境の改善」と「基礎生産力の向上」に、海域利用の視点を追加した。

【地域検討委員会における健全化基本方針（案）】

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

【平成24年度以降の実施内容】

- ・現地調査：春季、夏季の状況把握、不健全化の要因の解明に向けた不明事項の把握
- ・検討：通期調査結果、モデル構築の成果による、三津湾の物質循環の解明
- ・実証試験：耕耘とカキ殻等を用いた底質改善など、基本方針（案）踏まえた実証試験実施
- ・対策立案：実証試験結果を踏まえ、三津湾に効果的な対策を立案

3. 地域検討委員会の予定と実施工程（1/1）

| 回数 | 実施時期 | 内容 |
|-----|--------------------|--|
| 第1回 | 6月29日 | <ul style="list-style-type: none">・全体工程と平成24年度検討スケジュール・平成24年度 現地調査内容・春季調査の実施状況について |
| 第2回 | 対策検討 (10月～11月) | <ul style="list-style-type: none">・現地調査結果(春季・夏季)・三津湾における物質循環の現状と変遷・栄養塩類の循環バランス向上のための管理方策の検討・実証試験計画(案) |
| 第3回 | 全体とりまとめ (1月～2月) | <ul style="list-style-type: none">・実証試験計画・次年度の計画 |

4. 平成24年度の検討スケジュール（1/10）

（1）検討が必要な事項（平成24年度実施フロー）

I. 物質循環の滞りの要因の解析

- I-① 物質収支モデル構築に必要なデータの取得（春季、夏季データ）
- I-② 不健全な事象と要因解明の調査（仮説検証型：インパクト・レスポンスフローの更新）
- I-③ 物質収支モデルを用いた物質循環状況の検討（統括検討委員会との連携）

II. 栄養塩類の循環バランス向上のための管理方策の検討

- II-① 三津湾の物質循環状況より、バランス向上のための課題を抽出
- II-② 管理方策の検討
- II-③ 管理方策の絞り込み
（地域特性、地域意見、事業費、他海域への適用可否、経済効果、啓発効果等）
- II-④ 物質収支モデルを用いた、管理方策（手法、規模等）の効果検証、有効性の評価
（統括検討委員会との連携：効果検証や評価手法の妥当性についても検討）

III. 平成25年度実施内容の検討

- III-① 管理方策の実証試験計画（案）立案
- III-② 実証試験を通じた効果評価方法を検討

平成25年度（3ヶ年目）

- ・実証試験
- ・管理方策の評価
- ・対策案抽出
- ・三津湾ヘルシープランの策定

4. 平成24年度の検討スケジュール (2/10)

(2) 物質収支モデル構築に必要なデータの取得(地域の物質循環に係る情報整理)

| 不足する情報 | 目的 | 収集方法(案) |
|---|--|---|
| ①年間(季別)負荷量の算定 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #ffffcc;"> ※付近の一級河川で、流量や水位の連続観測が行われている場合、その値と流域面積比から流入河川の流量を推算する方法も検討する。 </div> | 季節毎の水質、流量変化を考慮し、流入河川から三津湾への年間負荷量を算定する。 | ①S53～H8の河川別・月別の流量測定結果より、流量の経年変化を確認。 ②直近10ヶ年(S62～H8)について、流量と同時期の降水量(調査前数日間を集計?)の関係式を作成。 ③直近の公共用水域水質測定結果(H14～H21: TN、TP、流量)から、LQ式を作成。 ④負荷量算定年の降水量から、河川流量を推算※ ⑤③のLQ式に④の流量を当てはめ、TN、TPの年間負荷量を算出。 |
| ②栄養塩類の形態別流入負荷の算定 | 河川、下水処理場からの栄養塩類負荷を、形態別に把握する。 | 処理場は実測値を使用。 河川は公共用水域水質測定結果(直近10ヶ年:S62～H8)の平均的な形態別比率を直近のTN、TP値に当てはめ、負荷量を推算。 |
| ③カキ現存量の推算(夏季分) | 摂餌が植物プランクトンの減少や沈降負荷に及ぼす影響を検討する。 | 平成23年度と同様、漁業者にアンケート調査を実施し、養殖形態別≒成長段階別(イキス:1年養殖、ヨクセイ:2年養殖、ノコシ:3年養殖)の現存量を推算。 |
| ④藻場・干潟による栄養塩類の固定、溶解、浄化 | 三津湾の藻場・干潟の存在、機能の物質収支への寄与を把握する。 | 研究事例等の文献収集を行う。 |

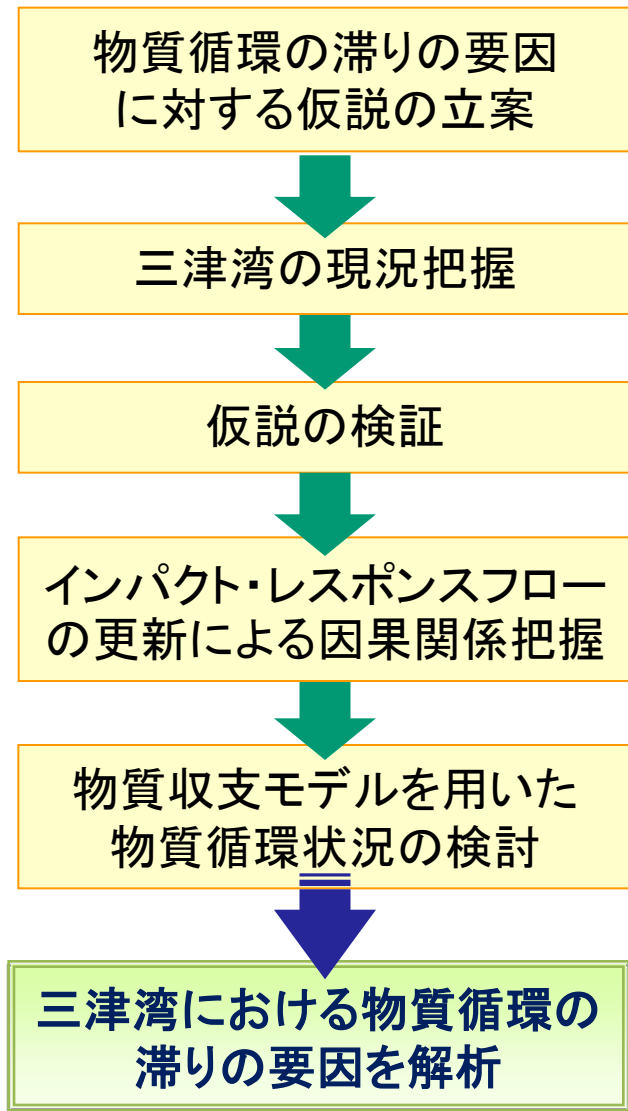
4. 平成24年度の検討スケジュール（3/10）

(3) 物質収支モデル構築に必要なデータの取得（現地調査計画の考え方）

| 現地調査 | 目的 | 実施状況 |
|-----------------------|-----------------------|-------------|
| 1. 底質の悪化要因解析のための現地調査 | | |
| (1) 底質の成分分析 | 湾内に堆積する底質の発生起源等の解明 | H23秋冬、H24春夏 |
| (2) ベントス調査 | 湾内のベントスの主な出現種、現存量の把握 | H23秋冬、H24春夏 |
| (3) 貧酸素水塊の把握（湾内観測） | 湾内における貧酸素水塊の出現状況の把握 | H23秋冬、H24春夏 |
| (4) 貧酸素水塊の把握（湾口連続観測） | 湾外及び湾内における貧酸素水塊の動態の把握 | 新規：H24夏 |
| (5) セジメントトラップ調査 | カキ養殖筏からの物質の集積沈降量の把握 | H23冬、H24夏 |
| 2. 基礎生産力の解析のための現地調査 | | |
| 動・植物プランクトン調査 | 湾内における基礎生産力の解明 | H23秋冬、H24春夏 |
| 3. 物質収支モデル構築に必要な情報の取得 | | |
| (1) 流況調査 | 湾内の流況をモデルでの再現 | H23冬、H24夏 |
| (2) 水質調査 | 躍層の設定や窒素、リンの存在形態等の把握 | H23秋冬、H24春夏 |
| (3) 底質 | 蓄積や溶出等の底質を介した物質収支の検討 | H23冬、H24夏 |
| (4) アマモの分布 | 物質収支におけるアマモの影響把握 | 新規：H24春 |
| (5) 付着珪藻調査 | 物質収支における付着珪藻の影響把握 | 新規、H24春夏 |
| 4. その他 | | |
| (1) 食害調査 | カキの斃死の要因解析 | H23秋、H24春 |

4. 平成24年度の検討スケジュール（4/10）

（4）物質循環の滞りの要因の解析



【仮説の検証方法(案)】

底質の部分的な悪化

- 仮説①: 沈降物(有機物)が堆積
→ ヒアリング及び現地調査結果より、カキ筏からの沈降負荷量を算定。陸域由来の負荷量と比較。
- 仮説②: 底生生物による浄化機能が低下
→ ベントスの優占種の食性を整理。

クロロフィルa濃度が低い(植物プランクトンが少ない)

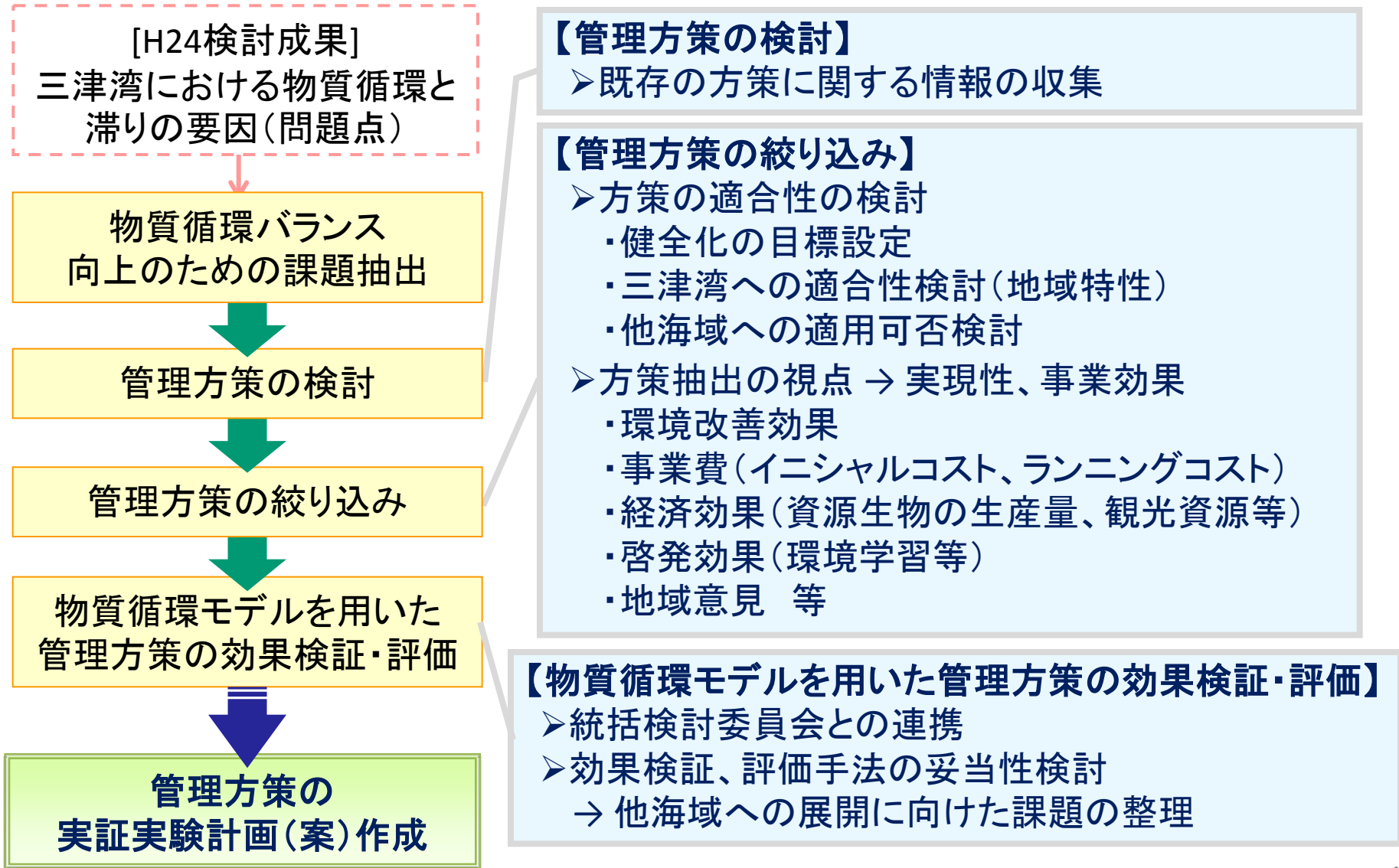
- 仮説①: 栄養塩類が湾外に流出
→ 現地調査、モデルによる湾外への流れの把握
- 仮説②: 利用できる形態の栄養塩類の供給が少ない
→ 栄養塩類の形態別負荷量の把握、他の負荷源との比較
- 仮説③: 養殖量と植物プランクトン量のバランスが悪い
→ 養殖形態別現存量の把握。カキ生態情報の収集整理。

その他の要因による有用魚介類(カキ等)の減少

- 仮説①: 二枚貝の捕食者による食害
→ 水中ビデオの設置による食害魚の影響の確認。
- 仮説②: 底質悪化に伴う貧酸素水塊や硫化水素の発生
→ 底質調査や多項目水質計によるDO測定、流況と同一地点における下層DOの連続観測
- 仮説③: 植物プランクトンの種組成、現存量が不適切
→ 春、夏季の植物プランクトンの種組成、現存量の把握

4. 平成24年度の検討スケジュール (5/10)

(5) 栄養塩類の物質循環バランス向上対策検討(検討のながれ)



4. 平成24年度の検討スケジュール (6/10)

(5) 栄養塩類の物質循環バランス向上対策検討(方策メニュー例)

| No. | 方策メニューの概要 | イメージ図 | 検証項目 | メリット | デメリット | 健全化の方向性 |
|-----|---|--|---|---|--|---|
| 1 | <p>【覆砂】</p> <p>覆砂により底質改善を行い、底泥からの栄養塩の溶出および貧酸素水塊形成を抑制する。</p> | <p>底質改善(覆砂等) ↓ ・底泥溶出削減 ・生物生息環境改善</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○底泥からの栄養塩の負荷抑制効果 ○底泥による酸素消費抑制 ○生物の生息状況変化 | <ul style="list-style-type: none"> ○覆砂材として、養殖廃材であるカキ殻や鉄鋼スラグ材の有効利用 ○短期的に効果が得られる | <ul style="list-style-type: none"> ○効果を出すにはある程度の事業規模が必要 ○覆砂材が底泥に埋没する可能性がある ○覆砂材の下の底泥環境が現状より悪化する可能性がある | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○底質に由来する負荷の抑制 |
| 2 | <p>【海底耕耘】</p> <p>海底を耕耘することにより、底質の分解を促進。</p> <p>※漁業者が昔から漁場改善手法として実施。</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ○水質、底質の変化 ○生物の生息状況変化 | <ul style="list-style-type: none"> ○地元漁業者との連携が図れる | <ul style="list-style-type: none"> ○効果が不明確 ○効果の持続性が短い ○一時的に水質が悪化する可能性がある | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○物質移動の円滑化 |
| 3 | <p>【底質改善】</p> <p>注) 方策メニューNo1と2の組み合わせ</p> <p>海底耕耘を行う際に、底質改善材を海底泥と混合させ底質組成の改良、底質からの負荷の抑制。</p> <p>※底質改善材にカキ殻や鉄鋼スラグ等のリサイクル材の有効活用。</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ○底質浄化効果 <ul style="list-style-type: none"> ・酸性土壌の中和効果 ・硫化水素とリンの吸着効果 ・貧酸素水塊の解消や赤潮発生の抑制 ○生物の生息状況変化 | <ul style="list-style-type: none"> ○底質表層だけの改善と異なり、現況の底泥環境を改善できる ○効果の持続性が長期にわたって期待できる ○地元養殖場から発生する廃材であるカキ殻の有効活用が可能 ○カキ棚直下の底質改善に適している | <ul style="list-style-type: none"> ○実海域(カキ棚直下)での適用の場合、施工方法に工夫が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○物質循環の円滑化 |


4. 平成24年度の検討スケジュール (7/10)

| No. | 方策メニューの概要 | イメージ図 | 検証項目 | メリット | デメリット | 健全化の方向性 |
|-----|---|-------|---|---|---|---|
| 4 | 底質環境の改善 【ストレーナー利用による底質改善】 多孔質のストレーナーを底質に貫入させ、底質中の有機物分解を促進(間隙水の交換) | | <ul style="list-style-type: none"> ○水質、底質の変化 ○ストレーナーを通じた溶出量 | <ul style="list-style-type: none"> ○底質の表層だけでなく、より下層における有機物の分解の促進が期待できる | <ul style="list-style-type: none"> ○実海域での利用実績がない ○底質からの溶出による負荷量が過剰になる可能性がある | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○物質循環の円滑化 |
| 5 | 基礎生産力の向上 【貝殻(カキ殻、ホタテガイ殻)を用いた覆砂効果試験】 地元養殖場から発生する廃材である貝殻を用いて覆砂を実施し、底質環境を改善すると共に底質からの負荷を抑制 | | <ul style="list-style-type: none"> ○覆砂材の厚さ ○覆砂材の素材等に関する条件(貝殻の種類、破砕度) ○水質、底質の変化 | <ul style="list-style-type: none"> ○短期的に効果があらわれる ○地元養殖業から発生する廃材を利用しており、地元との連携が図れる | <ul style="list-style-type: none"> ○カキ殻使用の法的制限の有無 ○効果を出すにはある程度の事業規模が必要か ○覆砂材が底泥に埋没する可能性がある | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○底質に由来する負荷の抑制 |
| 6 | 【浚渫】 底質に蓄積する有機物を浚渫により除去し、底質環境を改善 | | <ul style="list-style-type: none"> ○小規模な浚渫を行い対照地区と比較 ○浚渫厚さ ○水質、底質の変化 | <ul style="list-style-type: none"> ○湾内に堆積する負荷源を直接除去 | <ul style="list-style-type: none"> ○事業費が高い ○効果不明(継続性も含め) ○浚渫土砂の処理が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○底質に由来する負荷の抑制 |
| 7 | 【曝気】 曝気装置を海底に設置し、海水の攪拌を促進し、底質環境を改善 ※現時点で貧酸素水塊の発生は確認されていない | | <ul style="list-style-type: none"> ○水質、底質環境の変化(夏季成層構造の変化) ○曝気装置の設置・運用に係る課題 | <ul style="list-style-type: none"> ○貧酸素水の発生を抑制(→嫌気状態による底泥からの溶出の抑制) ○海水攪拌の促進(底層から表層への物質移動促進の可能性) | <ul style="list-style-type: none"> ○装置設置の初期費用及び維持のための管理費用の負担が大きい | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○物質循環の円滑化 |

4. 平成24年度の検討スケジュール (8/10)

| No. | 方策メニューの概要 | イメージ図 | 検証項目 | メリット | デメリット | 健全化の方向性 |
|-----|--|---|---|--|--|---|
| 8 | <p>底質環境の改善</p> <p>【生物を利用した底質環境の改善】</p> <p>ナマコ礁を設置し、稚ナマコの生息場を確保するとともに、ナマコの成長による底質改善、栄養塩循環の円滑化を行う</p> |  <p>ナマコ礁</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○底泥中の有機物含有量およびナマコ生息個体数の変化 ○対策効果のモニタリング: 対策開始前後および対照区との比較 | <ul style="list-style-type: none"> ○カキ殻等をナマコ礁として利用できる ○底質の酸素消費、栄養塩の溶出が抑制できる可能性がある ○ナマコを漁獲することによって栄養塩の系外除去が可能となる | <ul style="list-style-type: none"> ○ナマコの繁殖は年変動が大きいことが知られており、人為的なコントロールが出来ない | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 ○物質循環の円滑化 |
| 9 | <p>基礎生産力の向上</p> <p>【中層海底の設置試験: 二枚貝養殖筏直下に集積する有機物の分解促進】</p> <p>二枚貝養殖筏直下に中層海底を設置し、沈降する有機物の分解を促進</p> |  <p>中層海底</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○海底への有機物堆積量 ○中層海底における堆積物の分解状況 ○中層海底設置・運用に係る課題 | <ul style="list-style-type: none"> ○地元漁業者との連携を図れる | <ul style="list-style-type: none"> ○湾奥から湾中央の底質への影響が不明 | <ul style="list-style-type: none"> ○底質を介する栄養塩供給の健全化 |
| 10 | <p>【養殖筏への付着生物のバイオマス利用】</p> <p>養殖筏に付着する生物を地域でバイオマス利用(貝殻覆砂、肥料等)することにより、湾内から陸域への物質除去量を増加</p> |  <p>付着生物のバイオマス利用</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○付着生物回収から利用までのコスト・労力 ○肥料としての有効性 | <ul style="list-style-type: none"> ○地元住民との連携を図ることができる | <ul style="list-style-type: none"> ○事業としての継続性の確立が困難(地元需要との適合性) | <ul style="list-style-type: none"> ○系外除去と湾内から陸域への物質循環の強化 |

4. 平成24年度の検討スケジュール (9/10)

| No. | 方策メニューの概要 | イメージ図 | 検証項目 | メリット | デメリット | 健全化の方向性 |
|-----|---|--|--|--|---|--|
| 11 | <p>基礎生産力の向上</p> <p>【天然藻場の海藻バイオマス利用(海域)】</p> <p>アマモを回収し、湾内への栄養塩供給のために利用(海域への施肥)</p> |  <p>回収</p> <p>陸域で肥料等に利用</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○海藻類の回収から肥料利用までのコスト・労力 ○肥料としての有効性 | <ul style="list-style-type: none"> ○地元NPOの植林活動等、地域の活動との連携を図れる ○環境学習プログラムとしての活用 | <ul style="list-style-type: none"> ○事業としての継続性の確立が困難(地元需要との適合性) | <ul style="list-style-type: none"> ○海域への栄養塩供給と物質循環の強化 |
| 12 | <p>【下水道の運用管理】</p> <p>放流水質、量の調整による栄養塩の供給</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ○水質、底質、基礎生産量の変化 ○環境保全との両立 | <ul style="list-style-type: none"> ○既往施設の活用 | <ul style="list-style-type: none"> ○湾奥から湾央の水質や生態生物環境等への影響が不明 | <ul style="list-style-type: none"> ○海域への栄養塩供給と物質循環の強化 |

4. 平成24年度の検討スケジュール（10/10）

（6）実証試験イメージ（例）

| 項目 | 実験方法 | 長所 | 短所 |
|------------------------|---|---|---|
| 局所的な底質悪化地区における底質改善効果実験 | 室内実験と現地実験（実験区と対照区を設定）により、 カキ殻を耕耘等で既存底泥に混合することによる底質改善効果を把握、評価 する。 | <ul style="list-style-type: none">・覆砂材としてカキ殻を利用できる可能性がある。・効果の持続が期待できる。・カキ殻は現地で入手できる。 | <ul style="list-style-type: none">・実海域（カキ筏直下）での適応の場合、施工方法に工夫が必要。・底質がどの程度物質循環に影響するか未解明。 |
| ナマコを利用した底質改善効果の検証 | 室内実験と現地実験（実験区と対照区を設定）により、 ナマコの有機物の捕食による底質改善効果を把握、評価 する。 | <ul style="list-style-type: none">・ナマコ礁としてのカキ殻を利用出来る可能性がある。・底質の酸素消費、栄養塩の溶出を抑制できる可能性がある。・ナマコを漁獲することによって栄養塩の系外除去が可能となる。・地産地消となる。 | <ul style="list-style-type: none">・ナマコの繁殖は年変動が大きく、安定した底質改善効果の確保に課題が残る。 |
| アマモの施肥効果の検証 | 室内実験と現地実験により、 アマモの分解や栄養塩の溶出の程度を把握、評価 する。 | <ul style="list-style-type: none">・アマモは現地で入手できる。 | <ul style="list-style-type: none">・アマモはセルロースが残る為、分解速度が遅いことが考えられる。・実海域でどの程度物質循環に影響するか未解明。 |