

健康診断の内容

1. ヘルシープラン策定の背景と目的

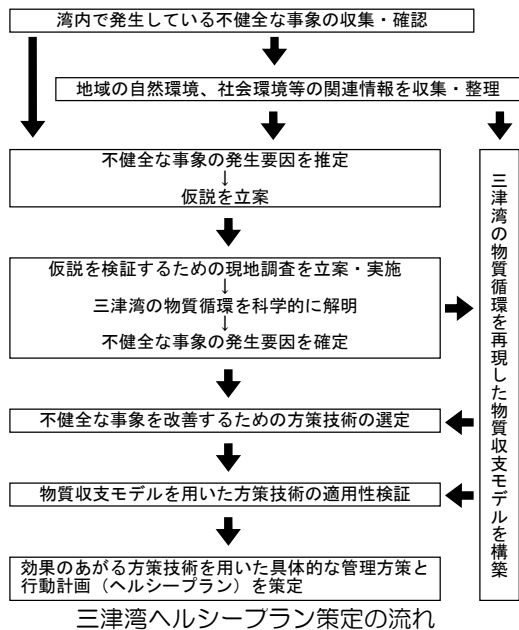
広島県東広島市地先に広がる三津湾は、養殖カキをはじめ、多くの海の恵みを人間生活にもたらしている。

窒素やりんなどの栄養塩類は、形を変えながら、陸・海域を循環（物質循環）することで、海の恵みを支えている。

近年、不健全な事象（例：カキの小粒化など）が発生し始めているとの懸念が指摘されるようになった。

三津湾では、物質循環が総合的に調査されたことがなく、不健全な事象が物質循環の滞りに起因するのか、不明であった。

物質循環に関する現地調査を実施して、不健全な事象の要因を科学的に診断し、将来の管理方策と行動計画を策定する必要がある。



三津湾ヘルシープラン策定の流れ

2. 三津湾地域の特性

【三津湾の地形的・地理的特徴】

- ・瀬戸内海中央部で南に開口し、奥行き 3.4km に対して湾口の幅が 5.6km ある開放的な湾である。

【環境特性の変遷】

- ・流域の人口：1947 年をピークに緩やかに減少
- ・陸域から栄養塩類の流入負荷：
 - ・総窒素は横ばいないし減少、総りんは増加傾向
- ・沿岸域の社会的状況：1970 年代以降ほとんど変化なし
- ・水温：過去 40 年間、緩やかに上昇
- ・湾内水中の栄養塩類：
 - ・近年 15 年間に総りんが微増したことを除き、大きな変化なし
- ・底質：
 - ・観測例がなく、広域的、長期的な変遷は不明
- ・生物：
 - ・アサリは激減、養殖カキは小粒化したが、アマモは数年前から急増



三津湾の地形

事象	1950年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代	現在
流域							
人口の減少	緩やかに減少						
下水道の整備							2007年3月稼働
河川							
水質・流量減少				流量、BOD、総窒素が緩やかに減少、総りんが増加			
沿岸の整備							
干拓							
カキ養殖の展開							
海域(環境)							
水温上昇							周辺海域の海水温が緩やかに上昇
水質							目立った変化なし。ここ15年程度で総りんが僅かに増加
海域(生物)							
アサリの減少							20年ほど前に激減
漁獲量の減少							漁獲量は、底魚類を含め減少傾向。1990年代後半から緩やかに回復
アマモの繁茂							数年前から急増

三津湾における自然的・社会的状況の変遷

受診者の過去の生活情報

【現在までに実施された環境改善対策例】

- ・干潟造成事業：旧安芸津町（後に東広島市に編入）
- ・アサリの産地再生事業：東広島市
- ・漁場再生調査（鉄炭団子の撒布）：東広島市
- ・海浜清掃：安芸津及び早田原の両漁業協同組合が主体

3-1. 三津湾地域の課題

- 三津湾で懸念されていた不健全な事象は、
- ・カキの小粒化（成育不良）
 - ・カキの斃死
 - ・アサリの減少
 - ・魚介類の減少

要因として、物質循環に関する次の問題が想定された。

【底質の悪化】

- 底質の悪化に伴う貧酸素水塊（酸素が少ない状況）の発生
- 底質の悪化による生物生息環境の劣化

【基礎生産力の低下】

- カキの餌となる生物の減少
- ⇒餌生物の生産に必要な栄養塩が不十分

ところが・・・
三津湾における環境情報が乏しい。

各不健全な事象の現状と要因を把握するために、以下の詳細な情報が必要だと考えられ、詳細な現地調査（精密検査）を実施し、三津湾の物質收支モデル[※]を構築した。

【底質の悪化】

- 底質の悪化状況
- 底質悪化の要因（メカニズム）の検討
- 底質悪化に伴う貧酸素水塊の発生状況

【基礎生産力の低下】

- 三津湾全体における海流の特徴
- 三津湾の物質循環の解明
⇒餌生物の源である栄養塩の状況
- 養殖カキと餌生物のバランス

※物質收支モデルとは
観測データを用いて、対象海域における物質の循環、輸送特性をコンピューター上で明らかにする方法

初診

三津湾地域ヘルシープラン（案）の概要（2）

海域の物質循環健全化計画三津湾地域検討委員会・環境省

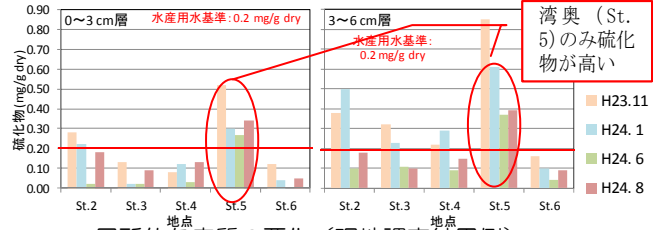
精密検査と治療方針

3-2. 三津湾の現状把握と目指すべき姿

【三津湾の現状（精密検査の結果）】

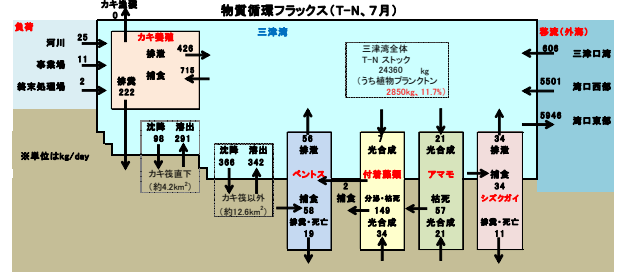
現地調査及びシミュレーションの結果

- ・湾内の海水滞留時間が短い（約 2.5 日）
- ・湾外水の影響が大きく、栄養塩類濃度は低い
- ・貧酸素水塊の発生は確認されなかった
- ・カキの摂食時期（6～8 月以外）に餌生物が少ない
- ・湾奥の一部で底質が悪化（右図）



【三津湾の目指すべき姿（治療方針）】

顕著な貧酸素水塊の発生はなく、比較的健康な状態にある。
局所的な底質悪化がみられたので、今後の環境悪化（バランスの悪化）を予防する治療が必要である。



4. 三津湾地域の行動計画の目標

【目標設定】

予防的治療を施すにあたって、その目標と治療法について、関係者（行政、地元団体、有識者など）が共通理解し、一体となって取り組むことが重要である。特に、重要産業である養殖業との連携に留意しなければならない。

【行動計画の目標】

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

有効な治療法として、危険が予測される海域での、“底質改善対策”と“栄養塩不足対策”※を併用することが望ましいと考えられた。

※栄養塩不足対策を実施した場合、栄養塩が湾外に流出し、周辺海域で富栄養化の原因になるか否かを検討する必要がある。

【方策の選別の考え方】

- ・対象となる場所の特徴による制限
 - ・効果が発現する期間と持続性
 - ・簡便性 ・コスト
 - ・モデルの計算による効果予測
- 上記の事項を考慮して、三津湾では方策を選別した（6. 三津湾における方策（案）参照）。

【三津湾の環境】

- ▶ 湾外水の影響が大きく、海水交換の時間が短い。
- ▶ 貧酸素水塊などが確認されず、湾全体としては相対的に良好な環境である。
- ▶ 夏季でも底生生物の生息環境は良く、底生生物の底質浄化機能は維持されている。
- ▶ 一部の海域の底質で、硫化物などが高いことから、局所的に底質が悪化している。

【三津湾の海域利用】

- ▶ ほぼ湾全体にカキ養殖筏が配置されている。

共存が必要

【三津湾の望ましい海域像】

三津湾の海域利用と共存しながら、現在の良好な環境を維持できる豊かな海

三津湾の現状と行動計画の目標設定

薬の選別

5. 三津湾地域の行動計画の実施手順

【行動計画を実施するには】

方策を具体的に推進するには、地域の多様な関係者が一体となり、勉強会等を活用して次の事項に取り組む必要がある（右図参照）。

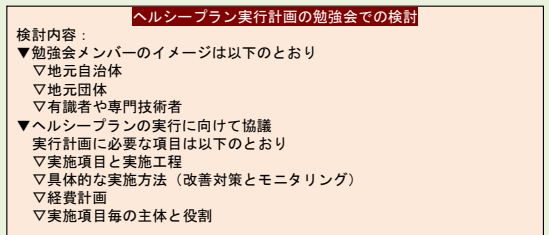
- ・方策の検討、実施 ・モニタリング計画の検討
- ・モニタリングの実施及び結果の検証
- ・順応的管理の考え方に基づくヘルシープランの改善

例として方策1で実施例とモニタリング実施例を示すと

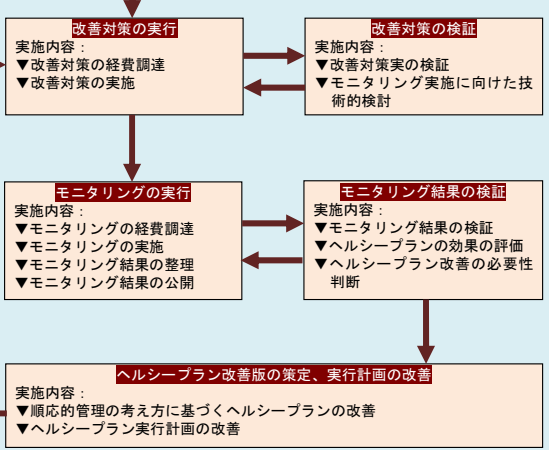
モニタリングの内容		
実施項目	時期、地点	備考
対策の実施時期	初夏が望ましい	・筏直下の底質が悪化する前 ・カキの出荷時期を外す ・カキの活性が下がる夏季は外す
調査位置	対策実施区及び対照区	対照区の候補地（湾中央（St. 6））
調査頻度	4季（8、11、2、5月）が望ましい	1年間継続して効果を評価し、必要に応じて改善策とモニタリングを実施
効果の目標	・対照区の底質と同程度 ・底質の水産用水基準など	
調査内容		
調査項目	調査項目	備考
底質調査	・硫化物(AVS)：検知管を用いた測定	調査の優先度：◎
検体数：	・窒素、リン	調査の優先度：○
3検体/地点	・有機物(COD)	調査の優先度：○
底生生物調査	・底生生物の個体数や種類数 (1mm フライに残るマクロベントス)	調査の優先度：◎
水質調査	・多項目水質計による鉛直分布 (水温、塩分、DO、クロロフィル等)	調査の優先度：○

継続的な推進と順応的管理に向けて

- ・モニタリング結果の検証、評価
- ・ヘルシープラン改善の必要性の判断
- ・新ヘルシープランの実行計画の改善を実施することが重要である。



勉強会での検討内容のイメージ



P D C Aサイクルによる順応的管理

三津湾ヘルシープランの実行に向けた取り組み手順や関係者の役割のイメージ

薬の使い方

6. 三津湾地域における方策（案）

方策 1：底質改善剤の鋤き込み（底質改善対策；実証試験結果及びモデルによる計算結果）

<p>目的 底質中の硫化物、硫化水素の発生を抑制し、底質改善及び底生生物（ベントス）の生息環境を維持する。</p>	<p>予想される効果 ・ 施工 1 か月後には硫化水素が施工前の 82.3%、硫化物 (AVS) が 76.9%減少 ・ 効果は、施工 3 か月後でも継続している。</p>	<p>留意・課題点 ・ 熱風乾燥していないカキ殻では、効果は不明。 ・ カキの養殖筏に移動性がなく、養殖棚更新の際に実施するなどの検討が必要。</p>	<p>モニタリング計画（例） ・ 対策実施時期：7月 ・ 改善目標：対照区、または環境基準（水産用水基準など）未満 ・ 調査内容：底質調査 底生生物調査 等 ・ 調査規模：実施区及び対照区 ・ 調査頻度：季節別（1年間）</p>
<p>施工方法 熱風乾燥カキ殻*を耕耘しながら、底質：カキ殻=2：1の体積比で底質に鋤き込む。</p>	<p>※熱風乾燥カキ殻とは… 400℃で熱風乾燥させた大きさ4～7mm程度のカキ殻</p>		

方策 2：人工中層海底の設置（底質改善対策；モデルによる計算結果）

<p>目的 カキ養殖筏から沈降する粒子を海水中に設置した人工中層海底で回収する。</p>	<p>予想される効果</p>	<p>留意・課題点</p>	<p>モニタリング計画（例） ・ 設置時期：9月 （産卵期間終了後） ・ 設置期間：1年間で一度回収 ・ 改善目標：対照区、または環境基準未満 ・ 調査内容：底質調査 人工中層海底における堆積量及び成分 等 ・ 調査規模：設置筏と未設置筏 ・ 調査頻度：季節別（1年間）</p>
<p>施工方法 カキ養殖筏の下に、人工中層海底を設置する。</p>	<p style="text-align: center;">現在、検討中</p>		

方策 3：カキ養殖量の調整

<p>目的 カキ養殖筏から海底への流入負荷を減らす。</p>	<p>予想される効果</p>	<p>留意・課題点</p>	<p>モニタリング計画（例） ・ 調整時期：本垂下する際 ・ 改善目標：調整前に比べて改善されること ・ 調査内容：水質調査 カキの重量 等 ・ 調査規模：湾全域 ・ 調査頻度：季節別（3年間）</p>
<p>施工方法 カキ養殖量を調整 （本事業では三津湾における養殖カキの環境収容力*を検討）</p>	<p style="text-align: center;">現在、検討中</p>		<p>※カキ養殖量の調整前の情報が重要となるため、調整する前年にも調査が必要</p>

方策 4：下水処理水の放流

<p>目的 基礎生産力を向上させるために下水処理場から湾内への負荷量を増加させる。</p>	<p>予想される効果</p>	<p>留意・課題点</p>	<p>モニタリング計画（例） ・ 調整時期：10～11月 ・ 改善目標：調整する前年度よりも栄養塩類が多くなること ・ 調査内容：水質調査 カキの重量 等 ・ 調査規模：湾全域 ・ 調査頻度：放流の有無に合わせて実施</p>
<p>施工方法 下水処理水を排水基準の上限で湾内に放流する。</p>	<p style="text-align: center;">現在、検討中</p>		

方策 5：施肥（栄養塩不足）

<p>目的 基礎生産力を向上させるために必要な栄養塩の負荷量を検討する。</p>	<p>予想される効果</p>	<p>留意・課題点</p>	<p>モニタリング計画（例） ・ 負荷時期：10～12月 ・ 改善目標：現在より湾内のみで栄養塩類が多くなること ・ 調査内容：水質調査 等 ・ 調査規模：湾全域 ・ 調査頻度：負荷の有無に合わせて実施</p>
<p>施工方法 広島湾と同程度のChl. aにした場合の負荷量を算出</p>	<p>・ 周辺海域への影響を与える可能性がある。</p>	<p>・ 実現性が低い</p>	

今後の取り組み

上記の方策によって三津湾における物質循環を健全化できると期待されるが、直ちに目標が達成されるのではない。対策の実施後はモニタリングを重ね、新たな問題の発生が予知されたなら、**順応的に方策を改善する必要**がある。本ヘルシープランをきっかけに、**学識者、行政、地域住民間の共通理解が深まり、連携が強化され、三津湾の望ましいあり方が実現されるような取り組みが重要**である。