

### (3) 物質循環バランス向上のための方策について

# 目次

## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

- (1) 三津湾で知られる障害
- (2) 三津湾における障害の実態
- (3) 情報整理からわかる三津湾の環境
- (4) 現地調査結果からわかる三津湾の環境
- (5) 三津湾の物質循環に関する着眼点と整理すべき事項

## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

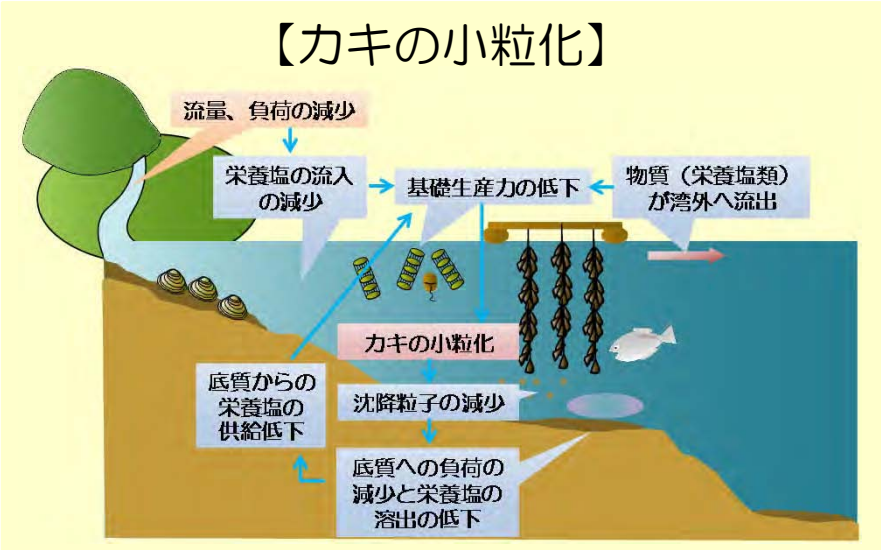
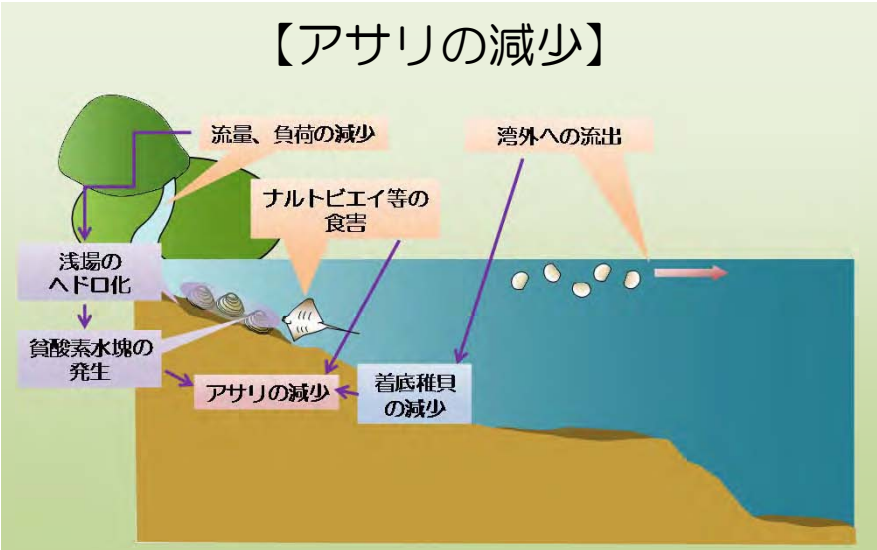
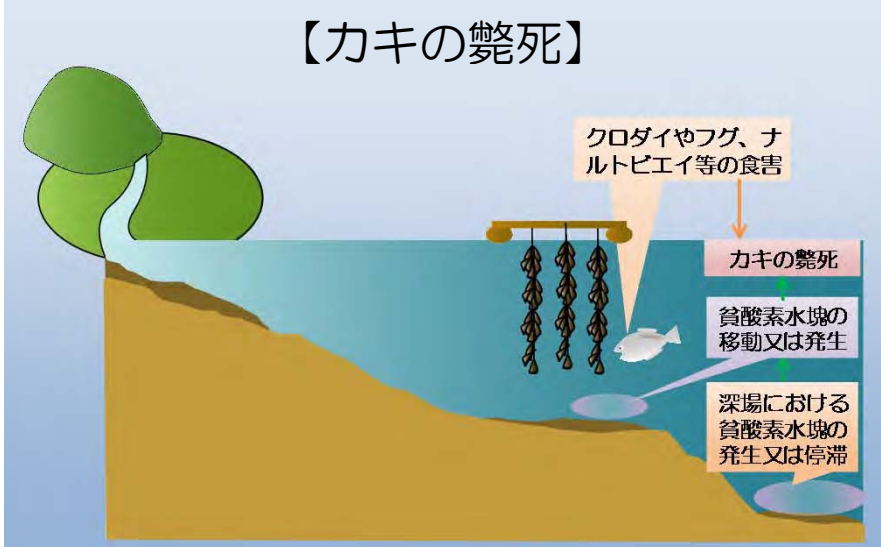
- (1) 方策検討のながれ
- (2) 対処すべき要因と方策メニューのイメージ(例)

# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (1) 三津湾で知られる障害 (当初の情報)

- 【三津湾における障害】
- ✓ カキの小粒化
  - ✓ カキの斃死
  - ✓ アサリの減少

- 【仮説の条件】
- 仮説は、窒素、リンの物質循環だけでなく、食害等も含めて立てる。
  - 陸域も含めた仮説を立てる。



検証できそうな仮説から、調査で明らかにしていく。

# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (2) 三津湾における障害の実態

### 【アサリの減少】

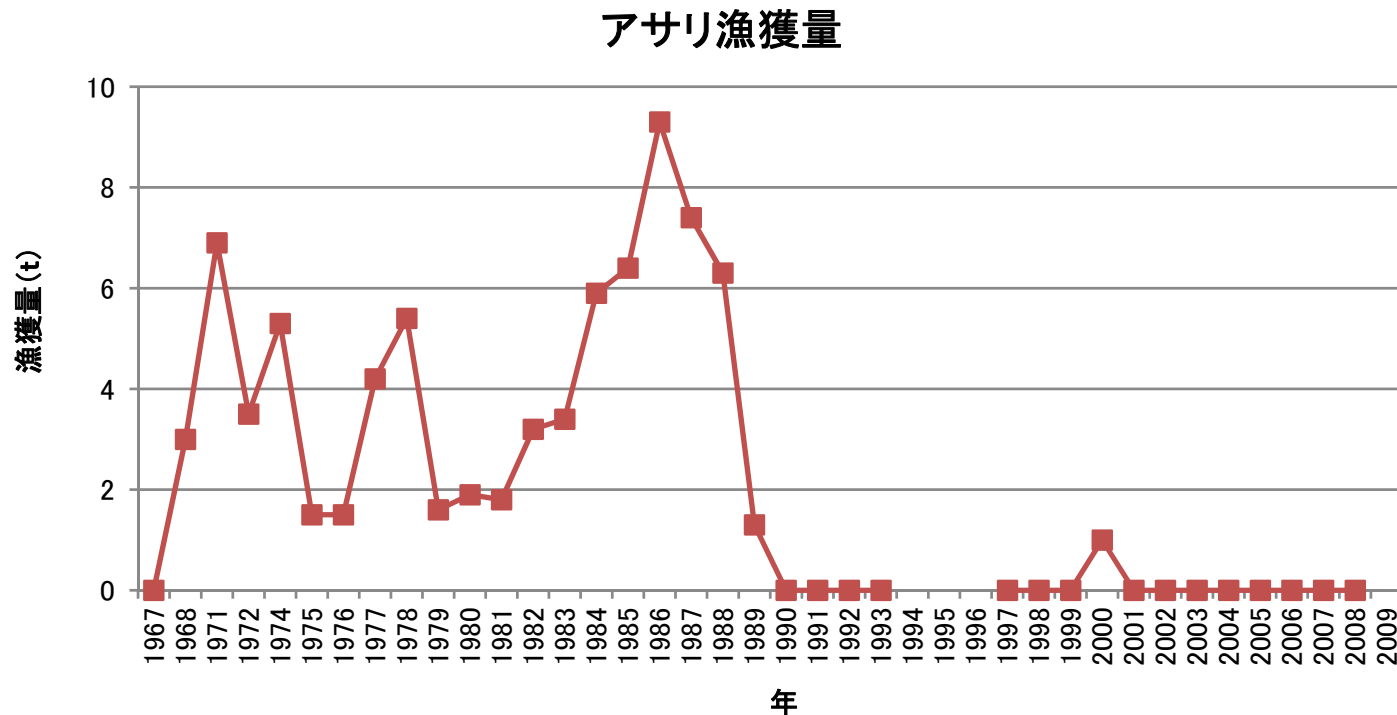
- 1980年代から急激に減少

⇒ 漁獲量の推移をみると、1985年をピークに急激に減少。

⇒ 「アサリの産地再生事業（2007～2009年）」調査結果より、

ナルトビエイやチヌ（クロダイ）、ツメタガイによる食害が示唆。

⇒ 定着稚貝の減少も疑われている。

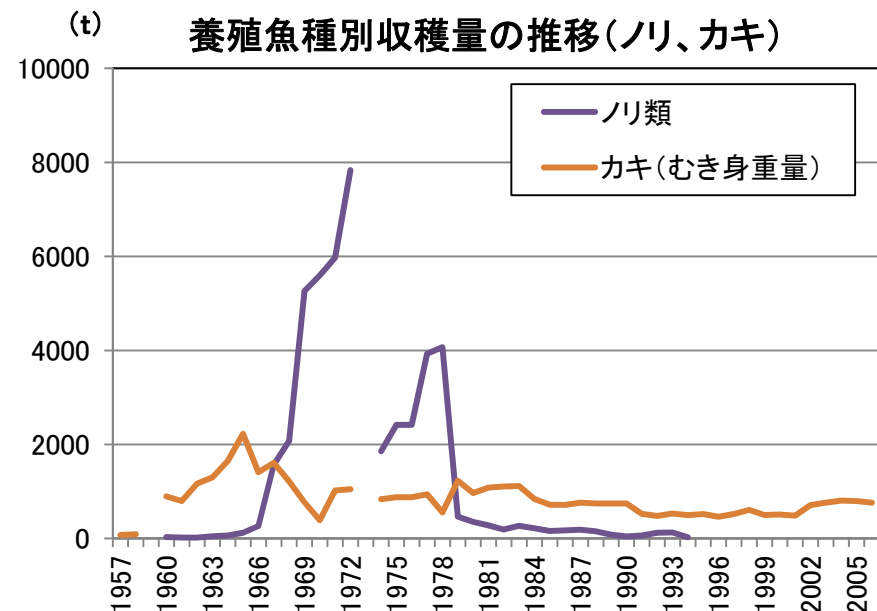
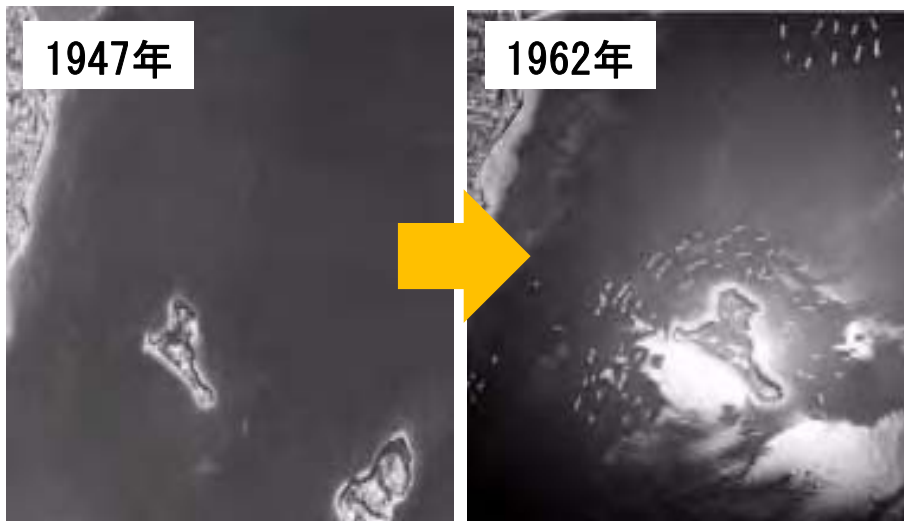


# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (2) 三津湾における障害の実態

### 【カキの小粒化、斃死】

- 全体的に小粒な傾向（身入りは良いが大きくなるしない）  
⇒ 航空写真より、カキの養殖は1950～1960年代に急速に進展。  
⇒ 養殖魚種別収穫量の推移をみると、1965年をピークに2000年まで減少。ただし、その後は、緩やかな回復傾向にある。
- 数年前から、底層での斃死が目立つ  
⇒ クロダイ等による食害や貧酸素水塊の発生に伴う斃死が疑われる。

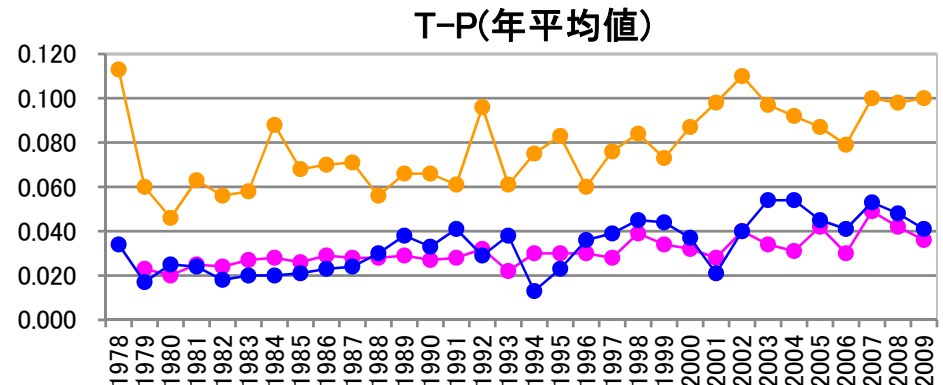
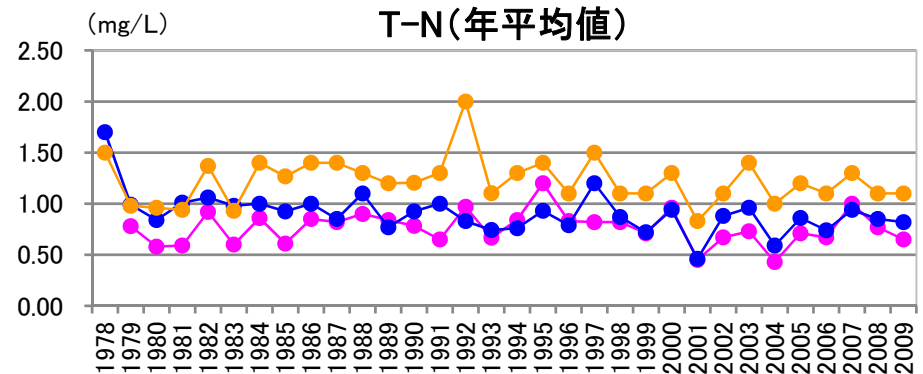
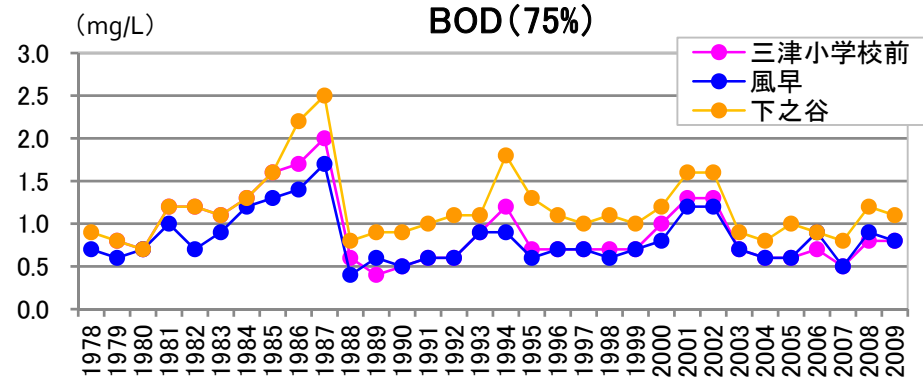


# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (3) 情報整理から見える三津湾の環境

### 【流域環境の変化】

- 流入河川の水質は、過去30ヶ年程度で、BODと総窒素が横ばい～緩やかに減少し、総リンは微増傾向。
  - 過去10ヶ年程度（1997年～）の流量は、横ばい～やや減少傾向。
  - 流域の人口は、1947年をピークに緩やかに減少。
- ⇒ 流域の人口推移や下水道整備の進展から、三津湾への流入負荷は、長期的にみると、横ばい～減少傾向にあった可能性が考えられる。

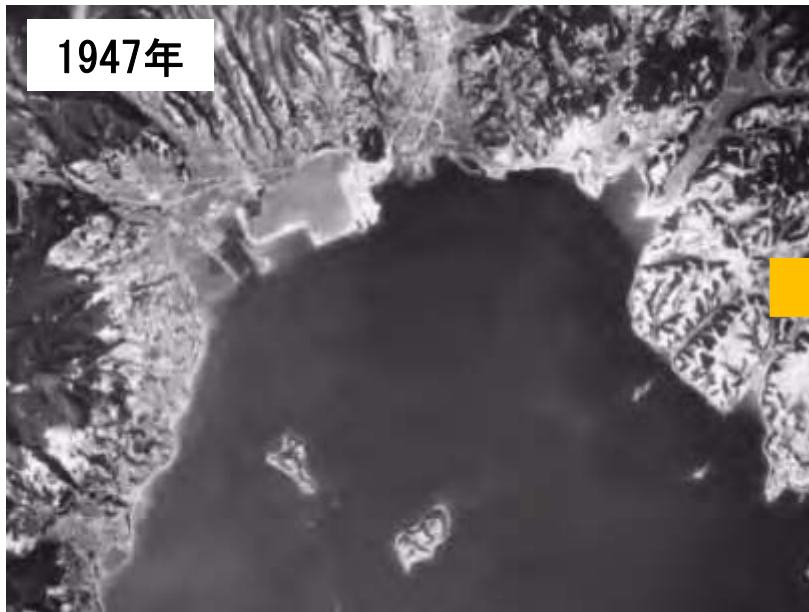


## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (3) 情報整理から見える三津湾の環境

#### 【海域環境の変化（地形等）】

- ⇒ 沿岸の地形等の大規模な改変は、1970年代までに概ね終了。
- 国営干拓事業として、1950～1960年代にかけて、三津湾内の3ヶ所計86haの干拓が実施。
  - 沿岸は、1970年代には概ね現状に近い状況まで整備が終了。
  - 1978年から1990年の約10年間では、干潟や藻場の目立った減少はみられない（自然環境保全基礎調査結果）





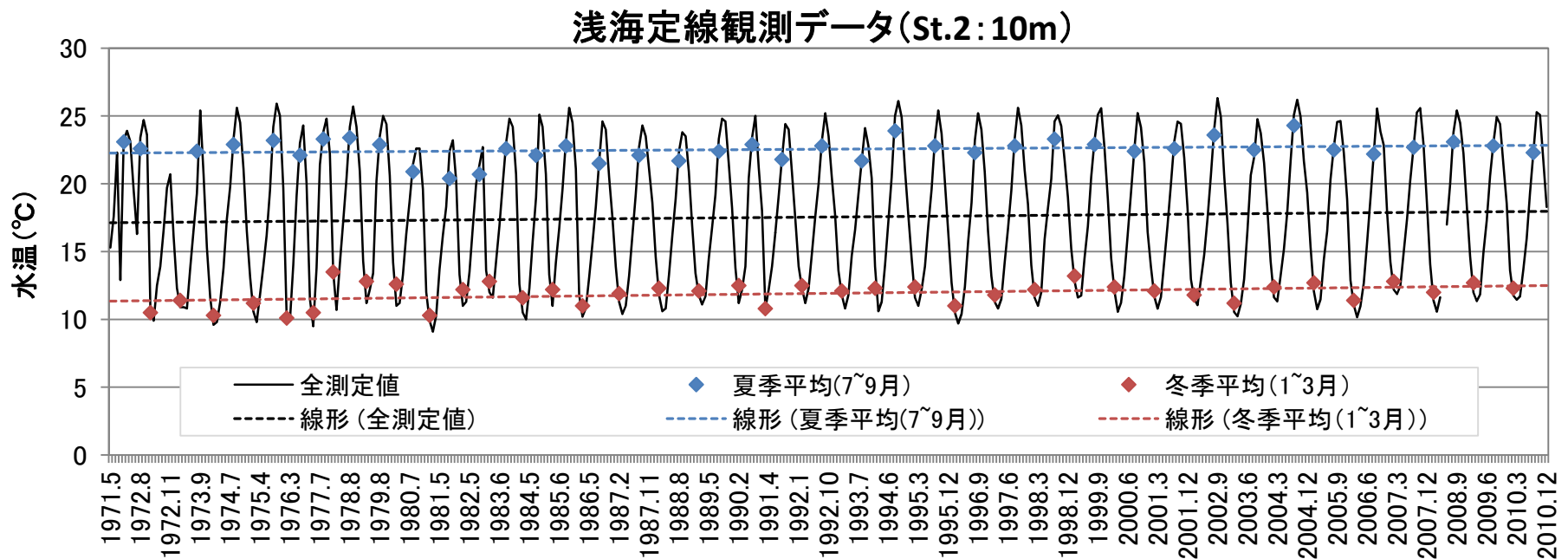
# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (3) 情報整理から見える三津湾の環境

### 【海域環境の変化（水質、底質）】

⇒ 周辺海域の緩やかな水温上昇の傾向がみられる。ここ15年程度で湾内の総リンが微増しているほか、目立った水質変化は見られない。

- 1971年からの約40年間で、沿岸では、冬季を中心に水温が緩やかに上昇（浅海汀線観測結果）。
- 湾内外の水質は、1978年以降、目立った変化はみられない。
- 底質に関する広域的なデータはないが、アサリの減少は底質のヘドロ化によるとの見解があり、鉄炭団子の散布等の取り組みがなされている。





# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (3) 情報整理から見える三津湾の環境

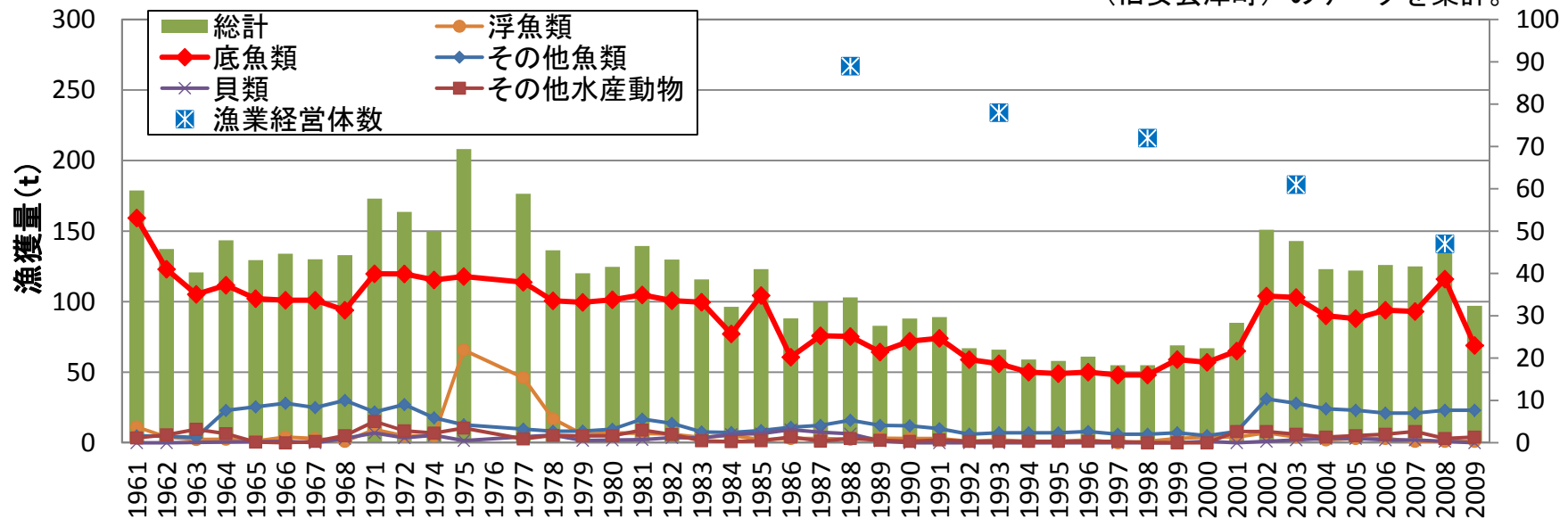
### 【海域環境の変化（生物、漁業）】

⇒ 変化は1970年代前後から見られるが、明確なデータは得られていない。

- 1950～1960年代にかけて、湾内の養殖が急速に進展（航空写真）。
- 底魚類の漁獲量は徐々に減少し、1990年代後半から緩やかに回復。
- アサリの漁獲は、1986年をピークに1990年にかけて急激に減少。
- 養殖では、ノリ類は1972年をピークに減少。カキも1965年をピークに横ばい～緩やかな減少傾向にある。
- 数年前から、湾全域でアマモの繁茂が目立つようになった。

各魚種等漁獲量の推移

資料：広島農林水産統計年報より、東広島市（旧安芸津町）のデータを集計。



# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (3) 情報整理から見える三津湾の環境

※破線はデータがなく、状況が不明

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、総リンが増加						
海域（環境）	沿岸の整備	沿岸整備の推進						
	干拓	国営干拓事業の実施						
	養殖の進展	1960年代にかけて急速に進展						
	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年程度で総リンが僅かに増加						
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、底魚類を含め緩やかに減少						
	アマモの繁茂						数年前から急増	

## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (3) 情報整理から見える三津湾の環境

#### 【三津湾の取り組みとその効果】

No.	項目	実施年	概要	効果
①	カキ残渣による干潟造成事業	1994 ～1995年頃	カキむきの処理過程で発生する破碎カキ殻等を活用した干潟造成を実施。	
②	EM菌を用いた水質浄化の推進	2000年～	EM菌を用いた水質浄化を町ぐるみで推進。町役場で公衆衛生推進協議会に補助金を出してEM菌を培養、配布し、旧安芸津町で条例が制定された。	河川のヘドロ減少やアマモが繁茂する等の効果あり、との報告もあるが不明。後に広島県が効果なしとの見解を示し、合併を機に条例も廃止。
③	アサリの産地再生事業	2007 ～2009年	早田原と安芸津の2漁協を中心に、アサリの放流実験とモニタリング調査を実施。	定着せず。食痕等の状況から、ナルトビエイやチヌ、ツメタガイによる食害の影響が示唆。
④	漁場再生調査(鉄炭団子の散布)	2011年	鉄イオンの供給による海域環境の改善をめざし、風早と木谷の浅場で鉄炭団子の散布と効果モニタリング調査を実施。	散布区で微細藻類がやや多い傾向がみられたが、底質や生物に大きな差はみられない。
⑤	海浜清掃の実施	3回/年程度	安芸津・早田原の両漁協の組合員と地域ボランティア団体により、定期的な海浜清掃を実施。	
⑥	下水処理場の整備	2007年稼働	市単独下水道として、東広島市下水道計画に則り、安芸津浄化センターを整備。	2011年3月末現在、供用開始区域79.69ha、普及率25.3%。

## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (4) 現地調査結果（秋季調査）から見える三津湾の環境

#### 【クロロフィルa】

- 湾内の栄養塩類は少なくないが、基礎生産量の指標となるクロロフィルaは、周辺海域に比べて低い傾向にある。

#### 【底質】

- アサリの生息場となるSt.3（河口）やSt.4（浅場）付近は、砂分が多く、目立った底質の悪化はみられない。
- St.2（浄化センター前）とSt.5（養殖場）は、有機物や硫化物の値が高く、やや底質が悪化している。

#### 【水質】

- 季節的な影響（混合期）もあるが、秋季調査では、底質の悪化に伴う栄養塩類の溶出や貧酸素水塊の発生は確認されていない。

#### 【食害の状況】

- 捕食の様子は記録されていないが、カキ筏周辺で、二枚貝を採食する可能性があるウマツラハギやクロダイ等が確認された。

## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (5)三津湾の物質循環に関する着眼点と整理すべき事項

#### 【着眼点1：栄養塩類の循環状況の把握】

- 1) 情報収集と秋季調査結果からは、富栄養の状態は確認されていない。
- 2) 流入負荷は（恐らく）減少傾向にある。
- 3) 栄養塩類濃度は他の海域と同程度だが、基礎生産力が低い可能性あり。

#### 【今後、整理すべき事項】

- 冬季以降の現況把握
- 栄養塩類の湾外流出の可能性や形態別の特性  
（プランクトンによる利用・吸収等）
- 他の生物による取り込み（海草藻類、濾過食性動物）
- 水産業による負荷と系外除去の状況 等

## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (5)三津湾の物質循環に関する着眼点と整理すべき事項

#### 【着眼点2：底質の部分的な悪化とそれに伴う影響の把握】

- 1) St.2（浄化センター前）とSt.5（養殖場）で、底質の悪化を確認。
- 2) 情報収集と秋季調査結果からは、それに伴う栄養塩溶出や貧酸素水塊の発生は確認されていない。
- 3) St.3（河口）やSt.4（浅場）は砂分中心で底質の悪化はみられない。

#### 【今後、整理すべき事項】

- 冬季以降の現況把握
  - 底泥からの栄養塩溶出の状況
  - 陸上からの負荷や集積する有機物の動向
  - 底生生物からみた底質状況の整理
- 等



## 1. 三津湾の物質循環状況の解析

### (5)三津湾の物質循環に関する着眼点と整理すべき事項

#### 【着眼点3：食害の実態把握】

- 1) 秋季調査でのビデオカメラの映像から、ウマツラハギやクロダイなど二枚貝の捕食者が周囲に生息していることを確認。
- 2) 情報収集より、放流したアサリがナルトビエイやツメタガイ等による食害の影響を受けていることを確認。

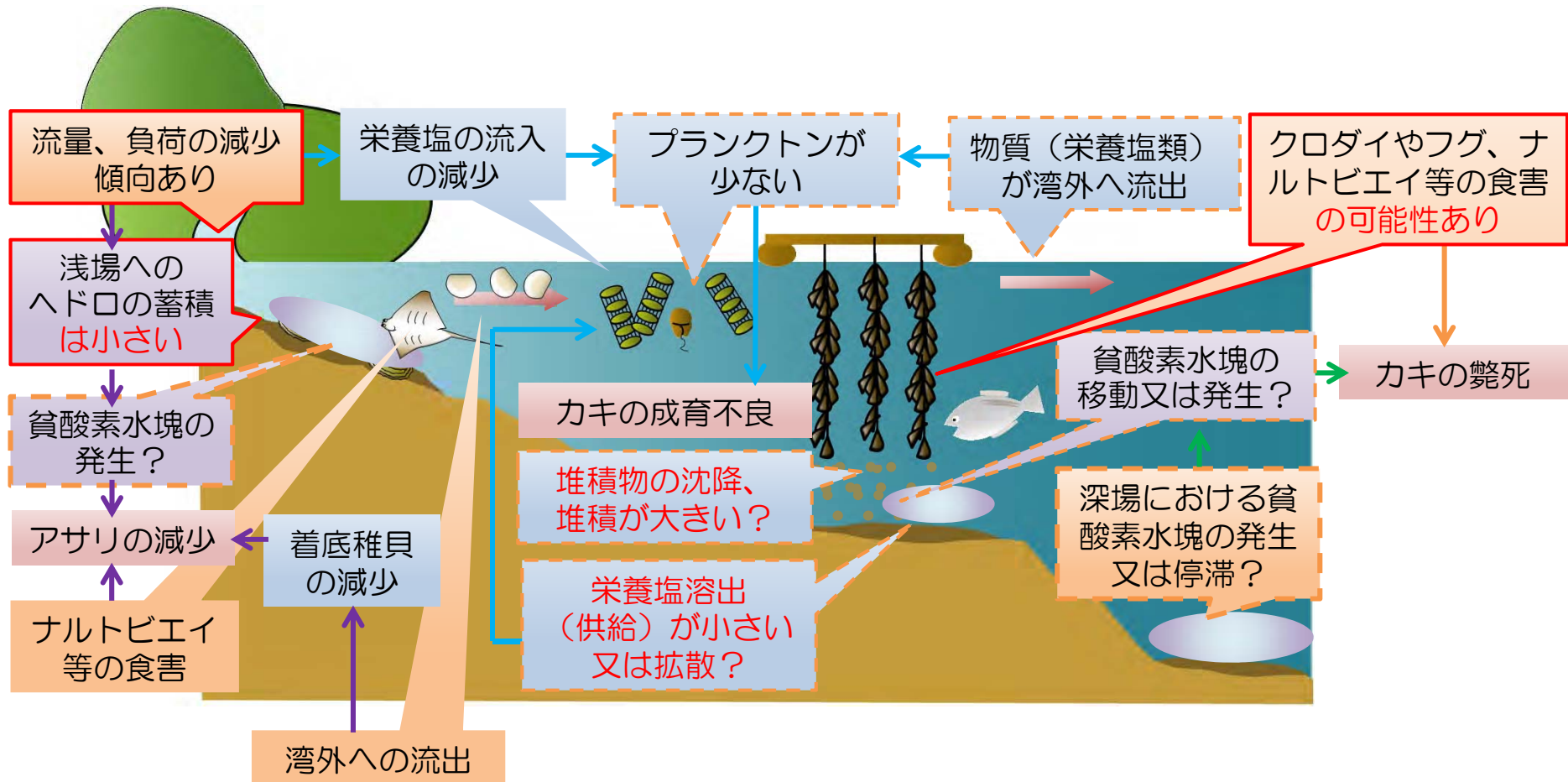
#### 【今後、整理すべき事項】

- 採餌が盛んになる時期の現況把握
  - 生態情報の整理
- 等

# 1. 三津湾の物質循環状況の解析

## (5)三津湾の物質循環に関する着眼点と整理すべき事項

【秋季までの結果より推察される  
三津湾の物質循環のイメージと今後、整理すべき項目】



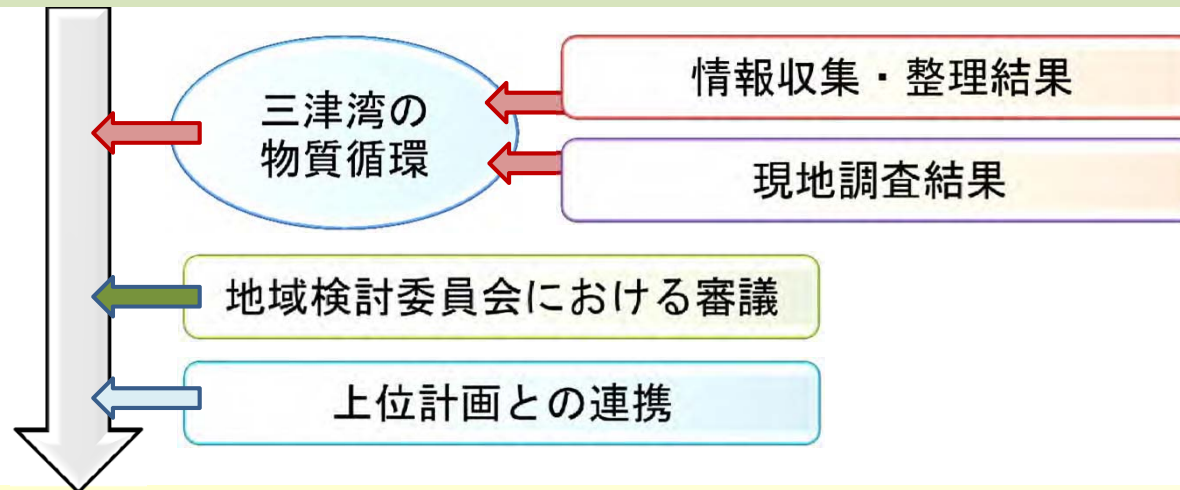
□ : 秋季調査及び情報収集で明らかになってきた項目 □ : 今後、整理すべき項目

## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

### (1) 方策検討のながれ

【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】



#### ①三津湾における物質循環の解析

冬季以降の調査結果やモデル構築の成果より、三津湾における物質循環を解析。

#### ②三津湾における健全化目標（本地域WG）の設定

上位計画との整合性を確認しながら、基本方針（案）を基に、**三津湾における健全化目標について検討**

#### ③物質循環バランスの向上に向けた方策メニュー選定

「対処すべき要因」を整理した上で、改善をめざす因子を抽出し、事例や文献等の既往知見を参考に、物質循環バランスの向上に向けた方策メニューを選定。

## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

### (2) 対処すべき要因と方策メニューのイメージ (例)

対処すべき要因	改善を目指す健全度因子	方策メニュー案
<b>【底泥への有機物の蓄積】</b> ・ 底泥への有機物の蓄積	・ 湾内への負荷 ・ 底質環境 (生物生息環境の向上 →環境収容力の向上)	・ 浚渫 ・ 覆砂(カキ殻等の覆砂材利用) ・ 底質改良 ・ 海底耕運
<b>【負荷の減少】</b> ・ 河川からの負荷 (生活排水等)	・ 湾内への負荷 ・ 湾内水質のバランス向上 (N,P,S i 等)	・ 下水道運用管理 ・ 環境学習、市民講座 ・ 市民参加活動の開催・支援 (生活排水対策活動、植林活動、 海浜清掃)
<b>【物質循環のバランス】</b> ・ 系外除去の増加	・ 資源の適正管理	・ 地産地消の推進
・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・

## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

### (2) 対処すべき要因と方策メニューのイメージ (例)

- 底質の改善や基礎生産力の向上により、底質に蓄積する物質の物質循環を通じた利用促進を図る。

No.	実証試験の概要	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	<b>底質改善による底生生物相の変化試験】</b> 覆砂等により底生生物の生息環境を改善し、底生生物による有機物の分解と吸収を促進	 <p>底質改善(覆砂等) ↓ 底生生物の生息環境改善</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物の生息状況</li> <li>・水質、底質の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・覆砂材として、養殖廃材である貝殻の利用可能性あり</li> <li>・ナマコ等の水産有用種による系外除去も期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効果を出すにはある程度の事業規模が必要か</li> <li>・覆砂材が底泥に埋没する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境収容力の向上</li> </ul>
3	<b>【海底耕運効果試験】</b> 海底を耕運することにより、底質の分解を促進		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水質、底質の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元漁業者との連携が図れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効果が不明確</li> <li>・一時的に水質が悪化する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> <li>・物質移動の円滑化</li> </ul>
3	<b>【ストレーナー利用による底質改善試験】</b> 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"> <li>・水質、底質の変化</li> <li>・ストレーナーを通じた溶出量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実海域での利用実績がない</li> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> <li>・物質移動の円滑化</li> </ul>
4	<b>【貝殻(カキ殻、ホタテガイ殻)を用いた覆砂効果試験】</b> 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	 <p>直上水(現地条件) ↑ 覆砂材 ↓ コア採泥</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・覆砂材の厚さ</li> <li>・覆砂材の素材等に関する条件(貝殻の種類、破碎度)</li> <li>・水質、底質の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短期的に効果があらわれる</li> <li>・地元養殖業から発生する廃材を利用して、地元との連携が図れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カキ殻使用の法的制限の有無</li> <li>・効果を出すにはある程度の事業規模が必要か</li> <li>・覆砂材が底泥に埋没する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> <li>・底質に由来する負荷の抑制</li> </ul>

## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

### (2) 対処すべき要因と方策メニューのイメージ (例)

No.	実証試験の概要	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
5	<p><b>【浚渫効果試験】</b> 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</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・小規模な浚渫を行い対照地区と比較</li> <li>・浚渫厚さ</li> <li>・水質、底質の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湾内に堆積する負荷源を直接除去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業費が高い</li> <li>・効果不明(継続性も含め)</li> <li>・浚渫土砂の処理が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> <li>・底質に由来する負荷の抑制</li> </ul>
6	<p><b>【曝気効果試験】</b> 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</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水質、底質環境の変化(夏季成層構造の変化)</li> <li>・曝気装置の設置・運用に係る課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> </ul>
7	<p><b>【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】</b> 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>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・海底への有機物堆積量</li> <li>・中層海底における堆積物の分解状況</li> <li>・中層海底設置・運用に係る課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元漁業者との連携を図れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湾奥から湾中央の底質への影響が不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質環境の改善</li> </ul>



## 2. 物質循環バランス向上のための方策について

### (2) 対処すべき要因と方策メニューのイメージ (例)

No.	実証試験の概要	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>【養殖筏への付着生物のバイオマス利用試験】</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"> <li>・付着生物回収から利用までのコスト・労力</li> <li>・肥料としての有効性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元漁業者との連携を図れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業としての継続性の確立が困難(地元需要との適合性)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・系外除去と湾内から陸域への物質循環の強化</li> </ul>
9	<p>【天然藻場の海藻バイオマス利用試験(陸域)】</p> <p>天然藻場の海藻を肥料等に利用し、湾内の物質除去量を増加すると共に陸域で利用を促進</p>	 <p>回収 陸域で肥料等に利用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海藻類の回収から肥料利用までのコスト・労力</li> <li>・肥料としての有効性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元NPOの植林活動等、地域の活動との連携を図れる</li> <li>・環境学習プログラムとしての活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業としての継続性の確立が困難(地元需要との適合性)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・系外除去と湾内から陸域への物質循環の強化</li> </ul>
10	<p>【天然藻場の海藻バイオマス利用試験(海域)】</p> <p>天然藻場の海藻を回収し、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 処理等 海域に再供給</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海藻類の回収から肥料利用までのコスト・労力</li> <li>・肥料としての有効性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元NPOの植林活動等、地域の活動との連携を図れる</li> <li>・環境学習プログラムとしての活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業としての継続性の確立が困難(地元需要との適合性)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海域への栄養塩供給と物質循環の強化</li> </ul>
11	<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供給の供給</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水質、底質の変化</li> <li>・環境保全との両立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既往施設の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湾奥から湾中央の水質や生息生物環境等への影響が不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海域への栄養塩供給と物質循環の強化</li> </ul>
12	<p>【底質からの栄養塩の供給】</p> <p>底泥の耕耘やばっ気等による栄養塩類の溶出の促進</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水質、底質の変化</li> <li>・環境保全との両立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地元漁業者との連携を図れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湾奥から湾中央の水質や生息生物環境等への影響が不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内部負荷の促進とそれに伴う基礎生産力の向上</li> </ul>