

# 平成26年度 中海・宍道湖沿岸環境検討会

## 【浅場・覆砂整備の概要と得られた知見について】

平成26年7月2日

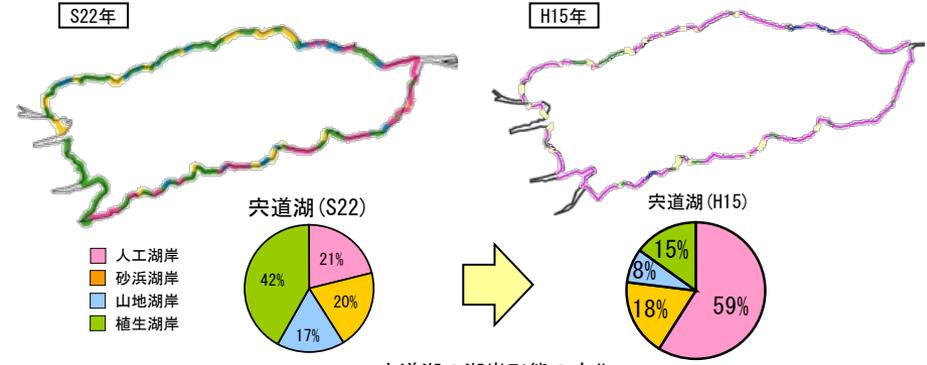
国土交通省 出雲河川事務所

# ◆浅場・覆砂整備の概要

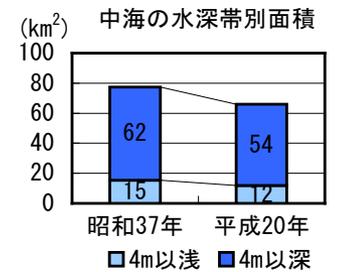
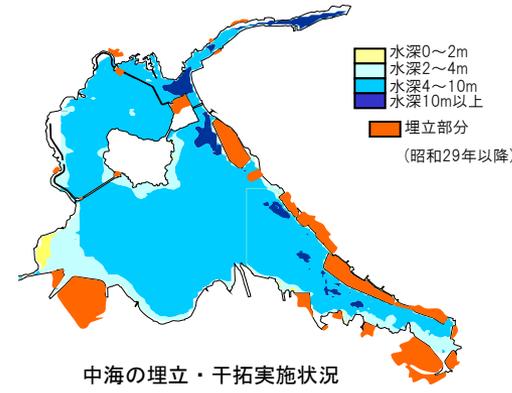
■中海・宍道湖では、戦後の経済成長に伴う人口、産業の発展、生活様式や営農形態の変化、工業化の進展等により湖内への**流入負荷が増加**するとともに、湖周辺地域の開発等による浅場・藻場の減少や人工湖岸化により湖の**自然浄化機能が低下**した。これにより**湖内の負荷量バランス(収支)が変化**し、水質・底質の悪化が進行

■水質・底質の悪化により、赤潮・アオコの発生、透明度の低下、貧酸素化の発生などの水質障害が発生し、さらに透明度の低下や貧酸素化による自然浄化機能の低下、底泥の堆積や貧酸素化による溶出負荷の増加などが湖内の負荷量バランスをさらに変化させ、両湖の水質を悪化させる**水質悪化の循環(水質の悪化サイクル)が形成**

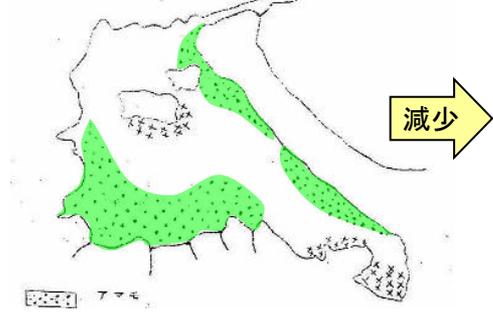
■埋立・干拓や道路整備等による地形の変化



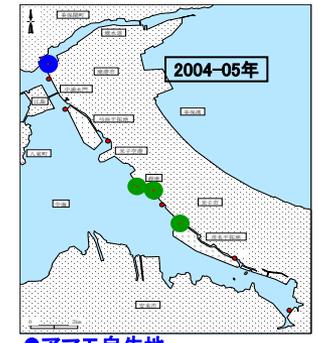
宍道湖の湖岸形態の変化



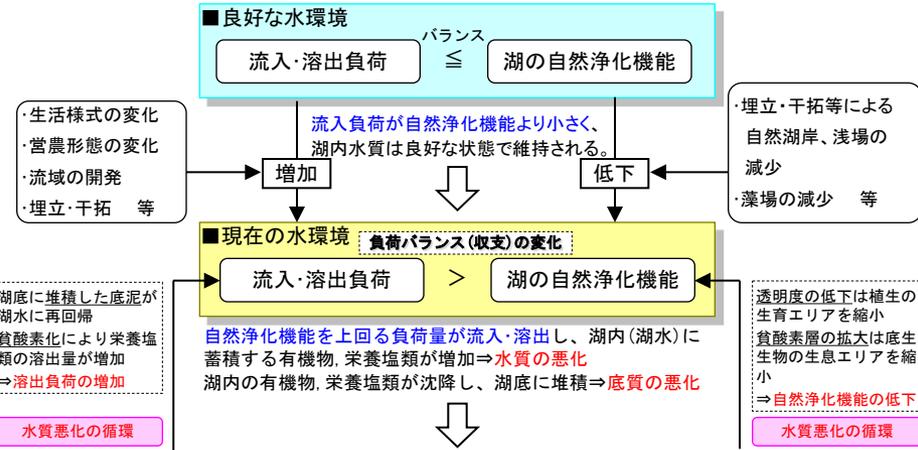
■藻場の減少



中海干拓調査報告書(鳥取県1957)



■中海・宍道湖の水質悪化概念図



■課題 湖内への負荷の蓄積 ⇒ 水質・底質の悪化

課題の生起要因: 自然浄化機能を上回る負荷の流入

水質悪化(環境基準の未達成等)

赤潮・アオコの発生: 赤潮・アオコの発生 = 植物プランクトンの異常増殖  
生起因子: 日射、水温、栄養塩類、滞留時間  
⇒ 湖水中の栄養塩類の増加 ⇒ 自然浄化機能を上回る負荷の流入  
流入負荷量の集中的流入、停滞水域の存在

透明度の低下: 透明度の低下 = 湖水中の浮遊物質の増加  
流域からの流入(点源・面源) ⇒ 自然浄化機能を上回る負荷の流入  
内部生産 ⇒ 湖岸域の浅場減少による底泥堆積と巻き上げ  
巻き上げ(底泥からの供給) ⇒ 人工湖岸化、浅場の消失

貧酸素化の発生: 貧酸素化 = 湖水中の酸素供給量の減少・酸素消費量の増加  
水面での曝気、植物プランクトンの光合成 ⇒ 透明度の低下、浅場の消失  
沈水植物の光合成 ⇒ 水質悪化、底泥の堆積(悪化)及び堆積域の拡大  
水中、底泥での消費 ⇒ 水質悪化、底泥の堆積(悪化)及び堆積域の拡大

底泥の堆積(悪化): 底泥の堆積(悪化) = 底質中の有機物・栄養塩類の増加  
沈降量の増加 ⇒ 水質悪化、流域からの負荷の流入、底泥への蓄積  
分解速度の低下 ⇒ 貧酸素化、浅場減少による自然浄化機能の低下

⇒ 自然浄化機能の回復を目指し、浅場造成・覆砂事業を実施

# ◆浅場・覆砂整備の目標

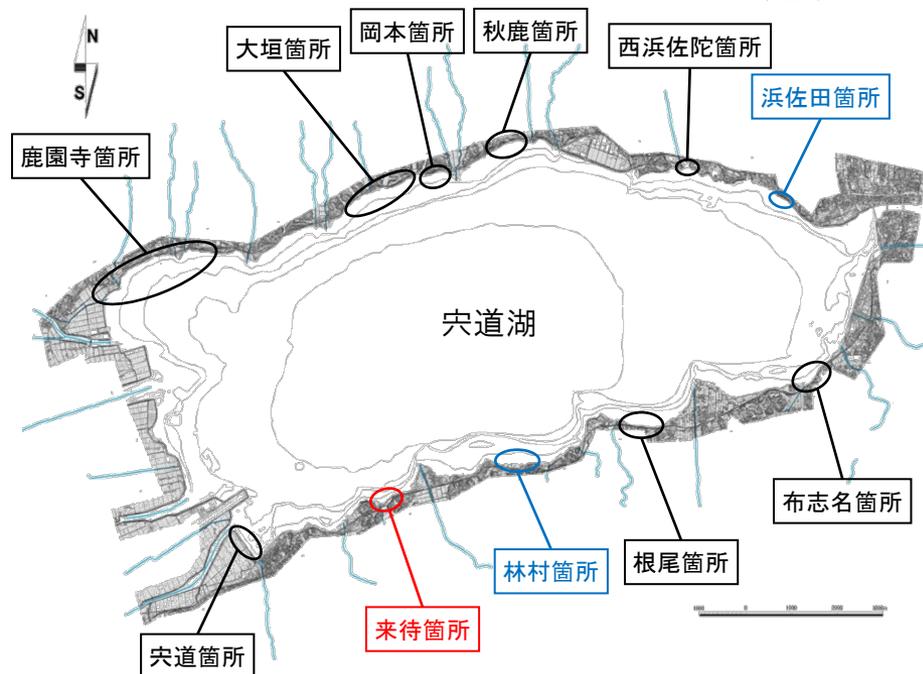
## ■事業の目標（宍道湖）

平成31年度までに、人工化された湖岸前面の沿岸部に浅場を整備し、波浪による巻き上がりを防ぎ、透明度の向上を図るとともに、生物の生息・生育・繁殖環境を再生し、湖の自然浄化機能の回復を図る

## ■宍道湖の事業実施予定箇所

凡例  
 黒：整備済  
 赤：整備中  
 青：整備予定

(H26年度時点)



浅場…整備延長：7.5km

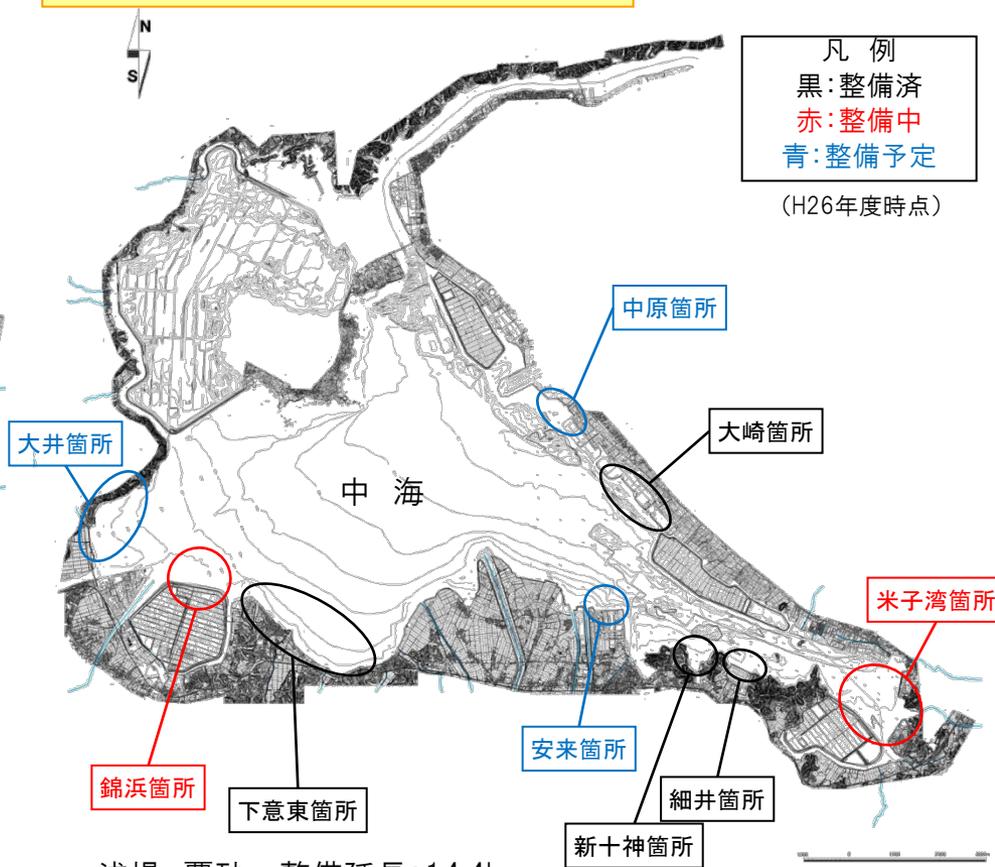
## ■事業の目標（中海）

平成31年度までに、人工化された湖岸前面の沿岸部において、浅場整備及び覆砂を実施し、波浪による巻き上がりを防ぎ、透明度の向上を図るとともに、生物の生息・生育・繁殖環境を再生し、湖の自然浄化機能の回復を図る

## ■中海の事業実施予定箇所

凡例  
 黒：整備済  
 赤：整備中  
 青：整備予定

(H26年度時点)

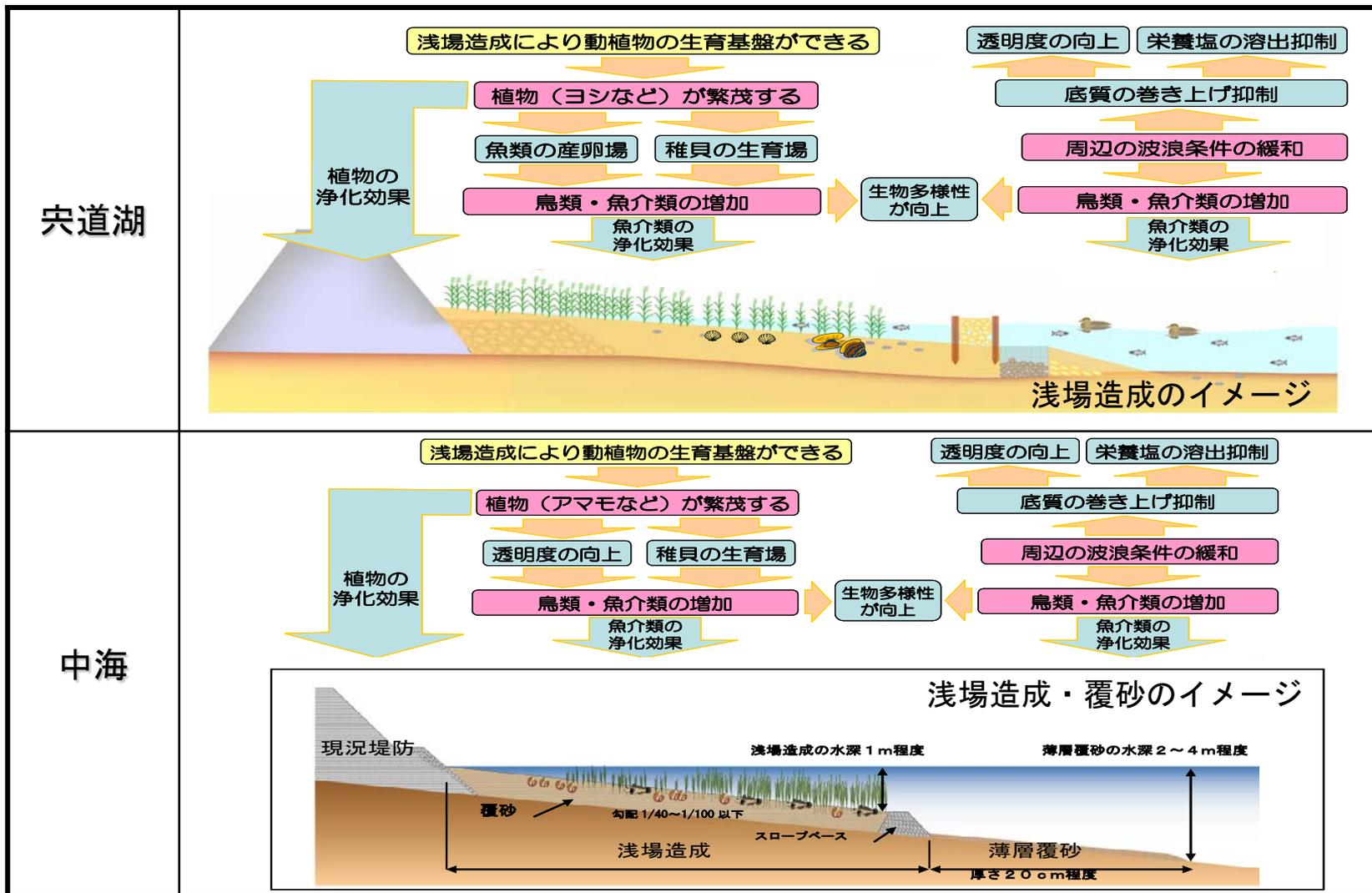


浅場、覆砂…整備延長：14.4km

※延長は、事業着手以降（H16～）の計画整備延長を示す

# ◆浅場・覆砂整備の内容と期待する効果

整備目的:人工化された湖岸前面の沿岸部において、生物が生息・生育可能な環境を再生し、湖の自然浄化機能を回復させる



# ◆浅場・覆砂整備の効果

| 確認項目   | 小項目          | 確認された効果   | 課題等と今後の対応   | モニタリング |
|--------|--------------|---|---|--------|
| 造成工法   | 基盤安定<br>景観改善 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・突堤、離岸堤の漂砂防止効果は確認できた。</li> <li>・漂砂防止堤の基盤安定効果は確認できた。</li> <li>・ヨシが繁茂した場所等では、景観性が向上した。</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>●高波浪時は突堤を越える漂砂が発生するため、改良が必要である。</li> <li>●大規模な消波工等の背後では、流れが停滞し、寄り藻や泥質の堆積が見られた。</li> </ul>  | ○      |
| 水質改善   | 波浪抑制効果       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・整備地区前面での波浪が抑制された。</li> </ul>  | —   | —      |
|        | 巻上げ抑制効果      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・整備地区周辺で濁度低減効果がある程度見られた。</li> </ul>  |   |        |
| 底質改善   | 底質改善効果       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・浅場整備区域内では、泥質の堆積量は小さいことが分かった。</li> <li>・底質が泥質や泥岩の場所では、底質の改善効果が見られた。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●整備効果の持続性の確認が必要である。</li> <li>○整備3年後に底質の変化状況をモニタリングし、評価を行う。</li> </ul>  | ○      |
| 生物相の復元 | シジミ等の生息環境    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・シジミは、整備後一時的に生息数は減少するが、2年後以降に増加傾向になる。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○整備3年後には、安定した個体数が確認されたため、3年後のモニタリングでの評価を行う。</li> <li>○穴道湖のシジミは、夏季から秋季に最大値を確認し、中海のアサリも同様に夏季に最大値を示している。</li> <li>○事後調査は、これまでの結果や実施時期を考慮し、事前調査と同様な時期に実施する。</li> </ul> | ○      |
|        | アサリ等の生息環境    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・アサリ・サルボウガイは、整備後一時的に生息数は減少するが、2年後以降に増加し、特に沖側で効果が大きい。</li> </ul>  |   |        |
|        | 鳥類の生息環境      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・浅場整備前面における鳥類の増加が確認された。</li> <li>・ヨシの植栽域では、目隠し効果等で多くの鳥類の生息が確認された。</li> <li>・特に冬鳥に効果がある。</li> </ul>                                   | —   | —      |
|        | 魚類の生息環境      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・整備区と対象区の魚類相に大きな変化はなかった。</li> <li>・魚類は移動性があり、整備による明確な変化は確認できない。</li> </ul>   | —   | —      |
|        | 昆虫類の生息環境     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ナゴヤサナエは、整備された消波工や木杭等で羽化することが分かった。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ナゴヤサナエは代表種であるため、テーマ調査を行う。</li> </ul>  | △      |
|        | ヨシの生育環境      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヨシの植栽は、マット工法、ポット工法、竹ポット工法の3工法を実施しており、3工法ともに生育が確認できた。</li> <li>・バーム上でも、自生するヨシが確認できた。</li> <li>・ヨシが自然に繁茂するには3年程度の期間が必要である。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○植栽を行わない場合のヨシ繁茂状況の調査が必要である。</li> <li>○植生の活着度を確認するには、整備後3年程度後に調査を実施する。</li> </ul>   | △      |
|        | 海草藻類の生育環境    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・消波工背後では、海草藻類の繁茂が見られる。</li> <li>・コアマモは、施工当初は若干見られたが、消波工背後の泥質化とともに確認されなくなった。</li> <li>・消波工背後には寄り藻等が集積する。</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●消波工背後の水の流れを考慮した改良が必要である。</li> <li>○改良に伴う海草藻類の変化状況の把握が必要である。</li> </ul>  | ○      |

# ◆造成工法

## ■ 基盤安定・景観改善

### 【確認された効果】

- 突堤、離岸堤の漂砂防止効果は確認できた。
- 漂砂防止堤の基盤安定効果は確認できた。
- ヨシが繁茂した場所等では、景観性が向上した。

### 【今後の対応】

- 高波浪時は突堤を越える漂砂が発生するため、改良が必要である。
- 大規模な消波工等の背後では、流れが停滞し、寄り藻や泥質の堆積が見られた。

### 【基盤の安定(秋鹿の事例)】

季節により変化はあるものの、安定した基盤が維持されている。



### 【基盤の安定(根尾地区の事例)】

漂砂防止効果は確認できたが、高波浪等により天端を超えて漂砂が移動する場合がある。



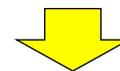
漂砂防止堤の効果が発揮され、漂砂が遮断されている

冬季の高波浪等により、天端を超えて漂砂が移動している。



### 【景観改善(秋鹿の事例)】

ヨシ等の護岸の目隠し効果で景観性が改善された。



# ◆水質改善効果

## ■ 波浪抑制・底質の巻き上げ抑制効果

### 【確認された効果】

- 波浪抑制効果  
整備区域前面での波浪が抑制された。
- 巻き上げ抑制効果  
整備地区周辺で濁度低減効果がある程度見られた。



整備区



未整備区

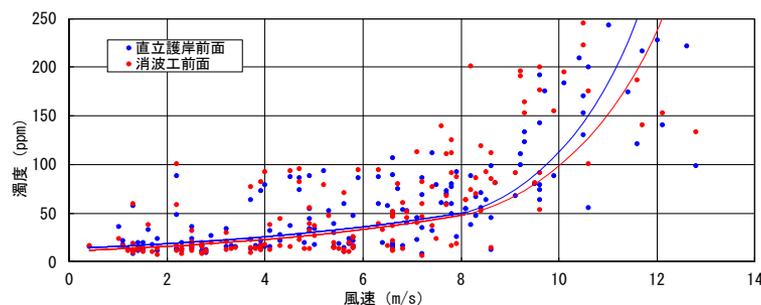
### 【濁度低減による水質改善効果(鹿園寺地区の事例)】

宍道湖北岸の濁度と水質の相関関係から、浅場整備による濁度低減効果から水質の改善効果を推定すると以下のとおりである。

|      | 直立護岸<br>前面 | 消波工<br>前面 | 改善量     |
|------|------------|-----------|---------|
| 濁度*) | 26.6mg/L   | 17.9mg/L  | 8.7mg/L |
| COD  | 7.0mg/L    | 5.9mg/L   | 1.1mg/L |

\*) 波浪が抑制され(最大波高が0.2m以下)、底層の濁度の低減が見られる期間の平均値

また、宍道湖湖心の風向・風速と濁度の関係から、浅場整備による濁度低減日数は、年間95日(26%:H17)と推定される。



【宍道湖湖心風速と濁度の関係〔東北東～東南東〕】

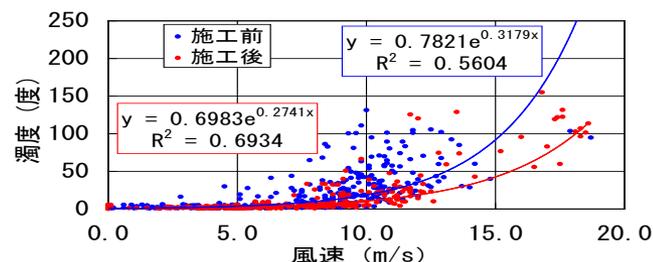
### 【濁度低減による水質改善効果(下意東地区の事例)】

中海南岸(意東)の濁度と水質の相関関係から、浅場整備・覆砂による濁度低減効果から水質の改善効果を推定すると以下のとおりである。

|      | 施工前     | 施工後     | 改善量     |
|------|---------|---------|---------|
| 濁度*) | 8.6mg/L | 5.9mg/L | 3.6mg/L |
| COD  | 6.6mg/L | 4.8mg/L | 1.8mg/L |

\*) 中海湖心の風向・風速と濁度の関係から、平成17年の施工前・施工後の濁度を推定し、濁度の低減が見られる期間の平均値

また、中海湖心の風向・風速と濁度の関係から、浅場整備・覆砂による濁度低減日数は、年間87日(24%:H17)と推定される。



【中海湖心風速と濁度の関係〔東北東～東南東〕】

# ◆底質改善効果

## ■底質の状況

### 【確認された効果】

- 浅場整備区域内では、泥質の堆積量は小さいことが分かった。
- 底質が泥質や泥岩の場所では、底質の改善効果が見られた。

### 【今後の対応】

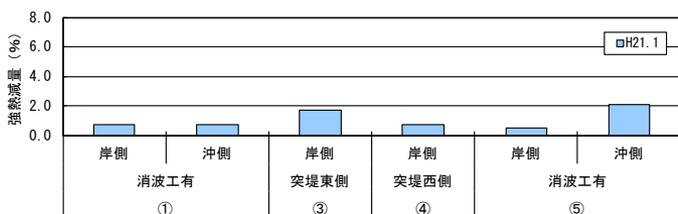
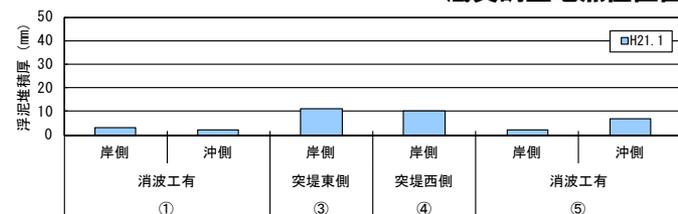
- 整備効果の持続性の確認が必要である。
- 整備3年後に底質の変化状況をモニタリングし、評価を行う。

### 【基盤の安定(秋鹿地区の事例)】

秋鹿地区は平成18年度に施工が完了し、その後2年経過(H21.1)した浅場整備区域内での浮泥の堆積厚は、全体的に約1cm未満と小さい。浮泥の強熱減量は、約2%以下と有機物含有量も少ない。



底質調査地点位置図

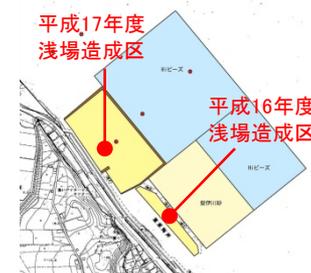


浮泥堆積厚および強熱減量調査結果(平成21年度調査)

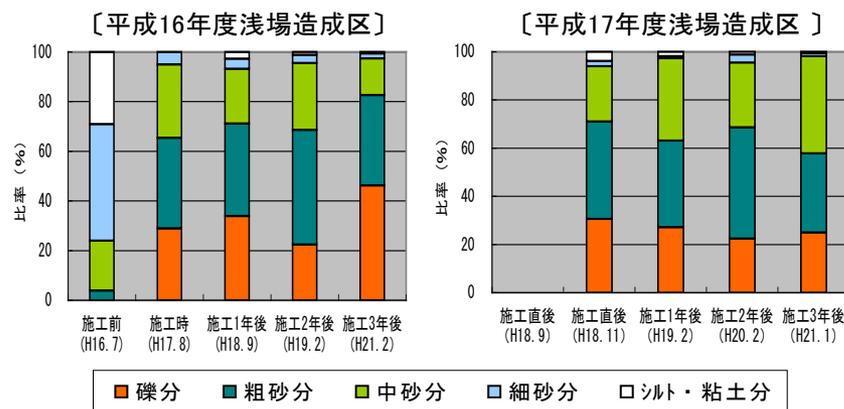
### 【基盤の安定(下意東地区の事例)】

平成16年度の浅場造成区は、整備前に約30%あった底質の泥分(シルト分、粘土分)は、養浜材料の組成に置き換わり、砂質土となっている。

経年的には、平成16年度から平成17年度に施工された浅場造成区は、施工3年後においても、砂質土の底質が維持されている。



底質調査地点位置図



底質調査の経年変化(平成16年度～平成21年度調査)

# ◆生物相の復元

## ■ シジミ、アサリ、サルボウガイの生息環境改善効果

### 【確認された効果】

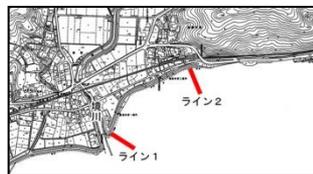
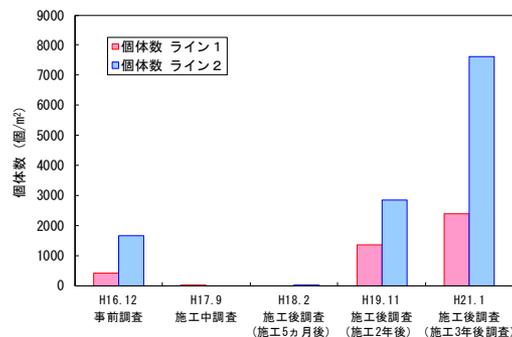
- シジミは、整備後一時的に生息数は減少するが、2年後以降に増加傾向になる。
- アサリ・サルボウガイは、整備後一時的に生息数は減少するが、2年後以降に増加し、特に沖側で効果が大きい。

### 【今後の対応】

- 整備3年後には、安定した個体数が確認されたため、3年後のモニタリングでの評価を行う。
- 宍道湖のシジミは、夏季から秋季に最大値を確認し、中海のアサリも同様に夏季に最大値を示している。
- 事後調査は、これまでの結果や実施時期を考慮し、事前調査と同様な時期に実施する。

### 【ヤマトシジミの生息環境の改善効果(鹿園寺地区の事例)】

施工後2年後、3年後にヤマトシジミ個体数は増加しており、稚貝が多く確認され、浅場整備の効果が確認できる。



【調査地点位置図】

※岸から10、20m地点で採取されたシジミの個体数

### 【ヤマトシジミの個体数の経年変化】

整備箇所のヤマトシジミの生育状況



### 【アサリ・サルボウの生息環境の改善効果(下意東地区の事例)】

#### 【アサリ】

〔生息状況の経年変化〕

〔出現分布(H21.1調査)〕

個体数 (個/0.125m<sup>2</sup>)

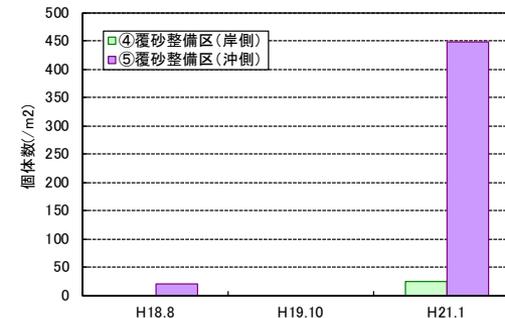


#### 【サルボウ】

〔生息状況の経年変化〕

〔出現分布(H21.1調査)〕

個体数 (個/0.125m<sup>2</sup>)



# ◆生物相の復元

## ■鳥類の生息環境改善効果

### 【確認された効果】

- 浅場整備前面における鳥類の増加が確認された。
- ヨシの植栽域では、目隠し効果等で多くの鳥類の生息が確認された。
- 特に冬鳥に効果がある。

### 【鳥類の生息環境の改善(西岸地区の事例)】

未整備の地区⑥に比べ、浅場整備後の地区①～⑤で多くの個体数が確認されている。

特に人からの遮蔽域となるヨシ帯の沖側、石積、消波工、突堤等などの休息できる場所、消波工や石積等で囲まれた波浪の影響が小さい静穏域でカモ類等の水鳥が多く確認されている。



鳥類の調査結果(個体数)(平成17年度～平成18年度調査)



# ◆生物相の復元

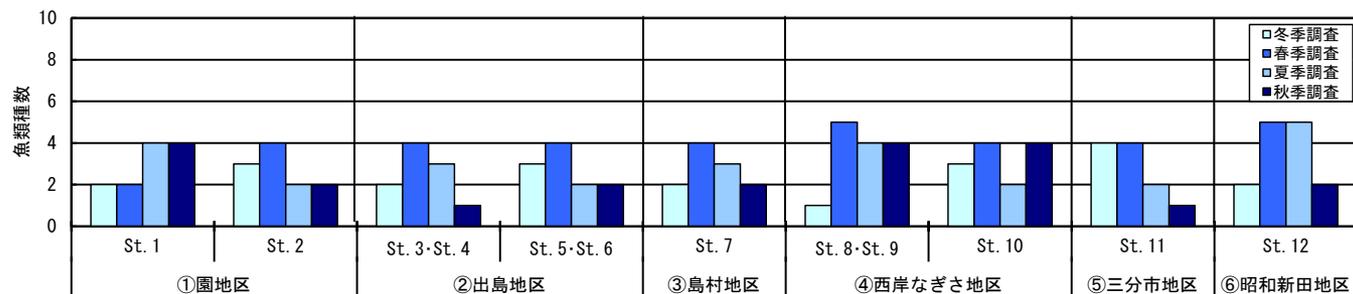
## ■ 魚類の生息環境改善効果

### 【確認された効果】

- 整備区と対象区の魚類相に大きな変化はなかった。
- 魚類は移動性があり、整備による明確な変化は確認できない。

### 【魚類の生息環境の改善(西岸地区の事例)】

浅場整備後の地区①～⑤および未整備の地区⑥で、マハゼやヌマチチブ、テナガエビ類等の宍道湖で一般的に見られる種が確認されている。魚類は移動性が高いため、各地点で種数による大きな変化は見られない。(カゴによる採取調査)



魚介類の調査結果(種数) (平成17年度～平成18年度調査)



# ◆生物相の復元

## ■ 昆虫類の生息環境改善効果

### 【確認された効果】

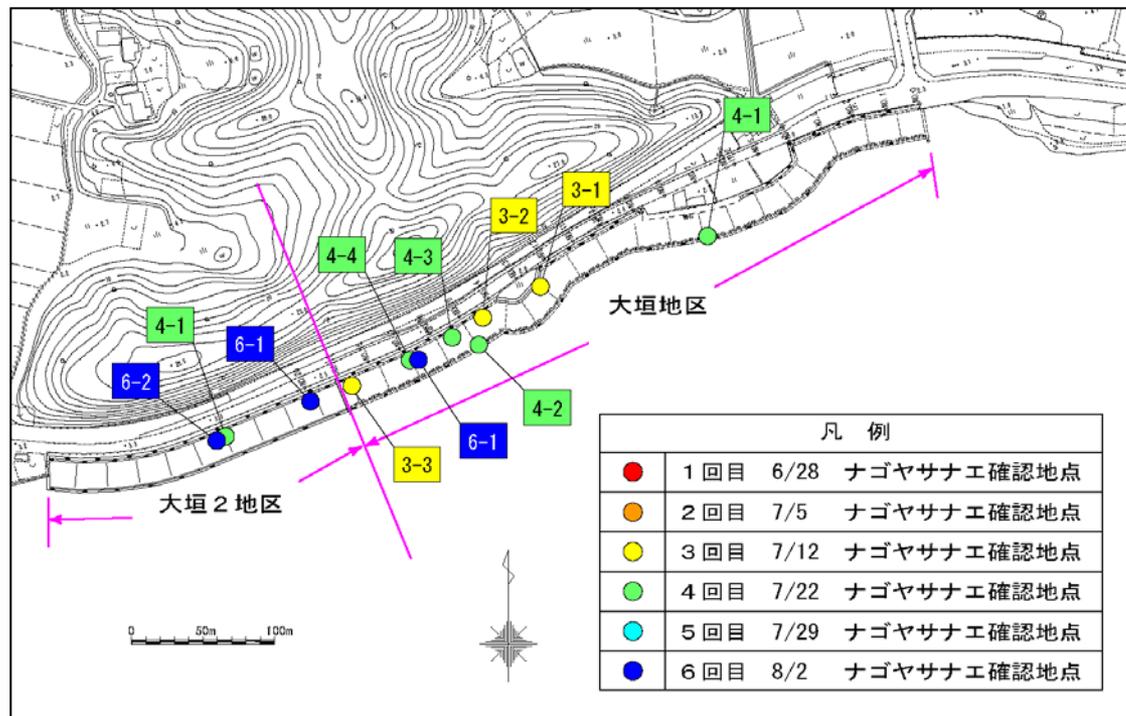
- ナゴヤサナエは、整備された消波工や木杭等で羽化することが分かった。

### 【今後の対応】

- ナゴヤサナエは代表種であるため、テーマ調査を行う。

### 【昆虫類の生息環境の改善(大垣地区および大垣2地区の事例)】

調査結果から、ナゴヤサナエの幼虫は整備された消波工や杭等の構造物によじ登って羽化することが確認された。砂浜箇所も含めて脱皮殻が確認されており、整備された浅場は幼虫の生育場として重要な環境と考えられる。



ナゴヤサナエ脱皮殻確認状況(平成23年度)



3-2 砂浜(ヨシ植栽)箇所での確認状況



4-1 消波工(袋詰め玉石)箇所での確認状況



4-4 木杭箇所での確認状況



# ◆生物相の復元

## ■ヨシの生育環境の創出

### 【確認された効果】

- ヨシの植栽は、マット工法、ポット工法、竹ポット工法の3工法を実施しており、3工法ともに生育が確認できた。
- バーム上でも、自生するヨシが確認できた。
- ヨシが自然に繁茂するには3年程度の期間が必要。

### 【今後の対応】

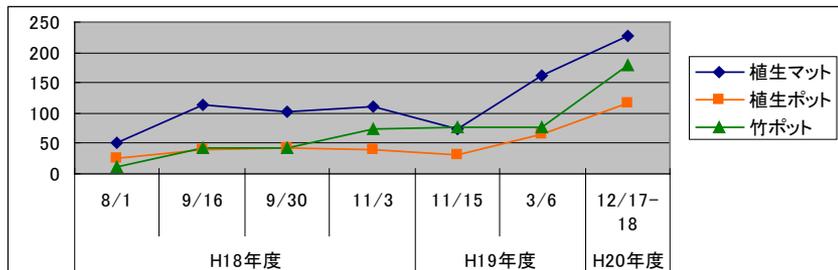
- 植栽を行わない場合のヨシ繁茂状況の確認が必要。
- 植生の活着度を確認するには、整備後3年程度後に調査を実施する。

### 【ヨシ植栽実験(鹿園寺地区の事例)】

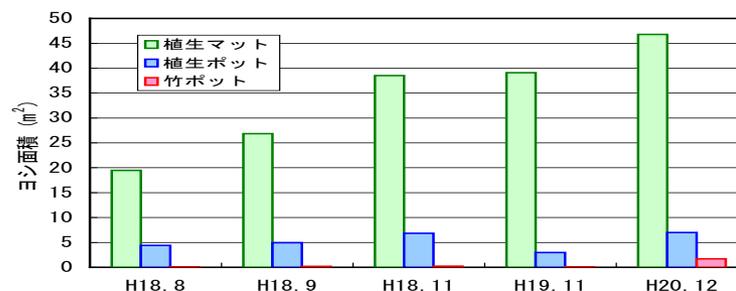
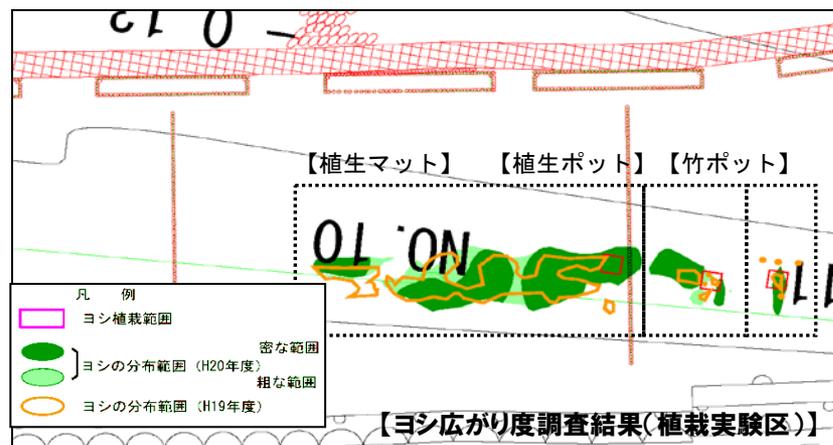
植生(ヨシ)の植栽を行っていくための植栽工法の検証として、以下の3工法について活着試験を実施している。



①植生マット工法 ②植生ポット工法 ③竹ポット(改良版)工法



基本数



# ◆生物相の復元

## ■海草藻類の生育環境の創出

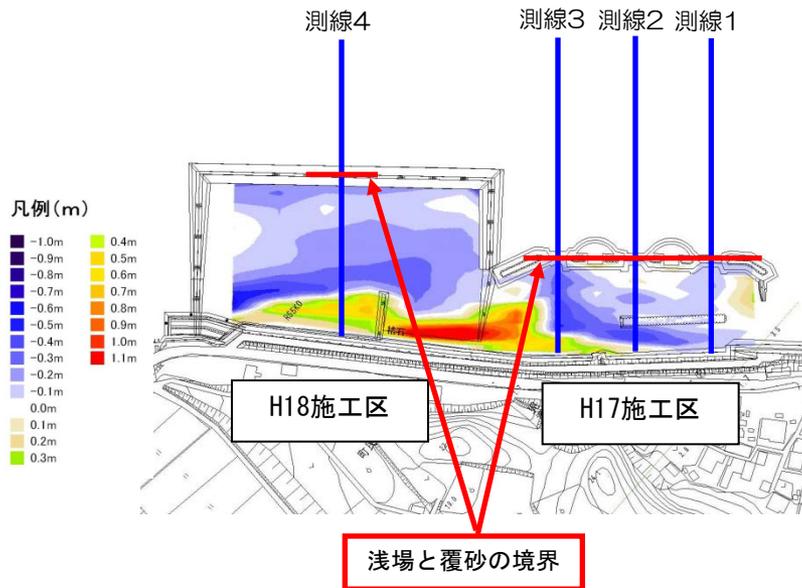
### 【確認された効果】

- 消波工背後では、海草藻類の繁茂が見られる。
- コアマモは、施工当初は若干見られたが、消波工背後の泥質化とともに確認されなくなった。
- 消波工背後には寄り藻等が集積する。

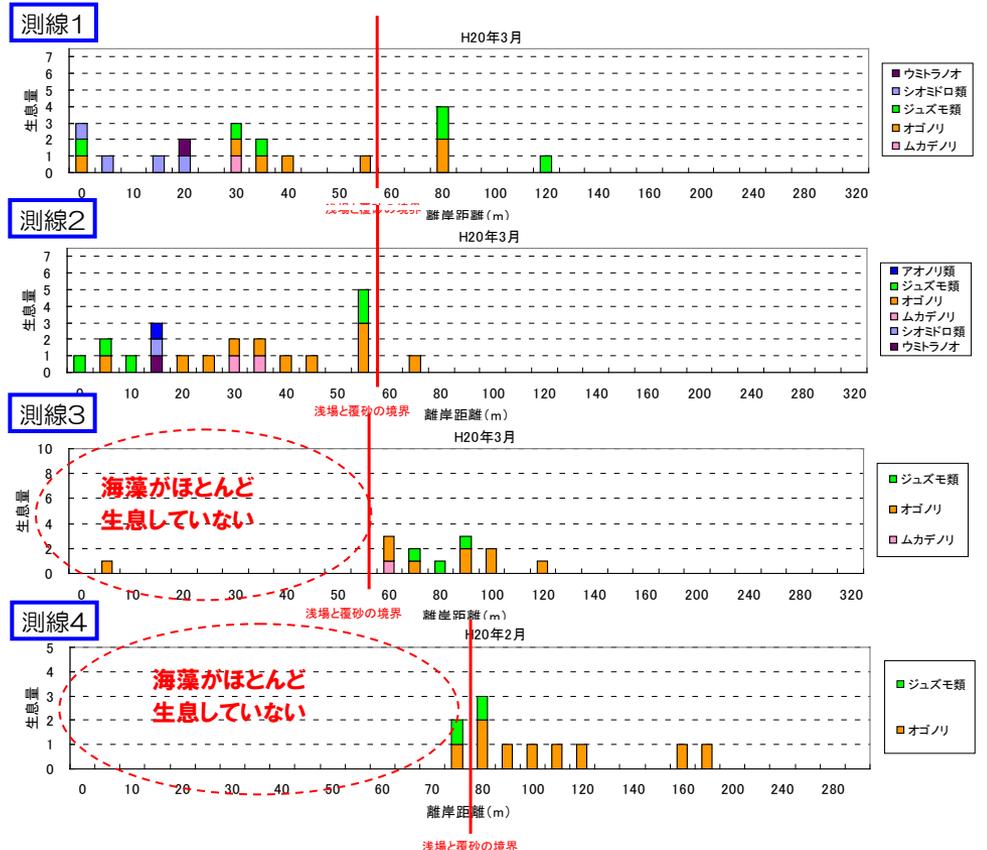
### 【今後の対応】

- 消波工背後の水の流れを考慮した改良が必要。
- 改良に伴う海草藻類の変化状況の把握が必要。

### 【藻類の生育環境の創出(下意東地区の事例)】



【調査測線配置図】



# ◆生物相の復元

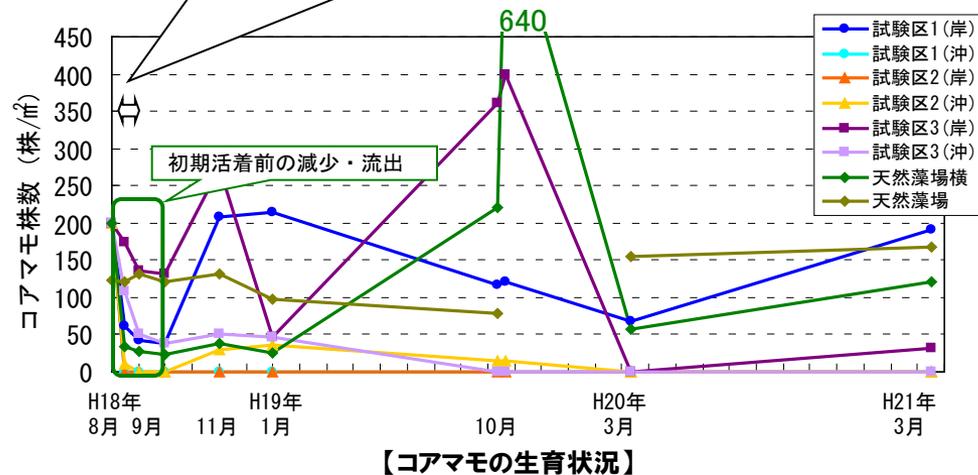
## ■海草藻類の生育環境の創出

### 【コアマモの生育環境の創出(下意東地区の事例)】

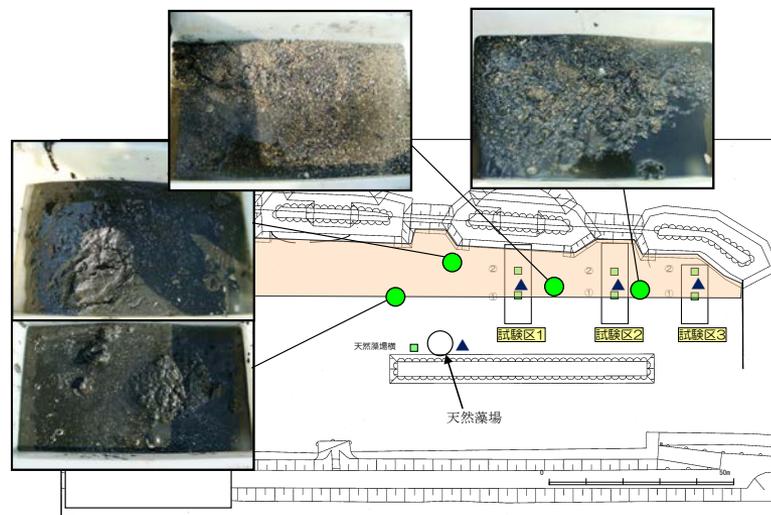
- コアマモの移植には水深75cm~90cmが適しており、また、基盤の安定が重要である。
- 天然藻場と同等の環境を整備すれば、コアマモの生育環境を再生することができると考えられる。
- 泥質化した場所では、コアマモは生育していない。(目視観察)

<初期活着期間>

移植したコアマモが砂に根を張るまでの期間。約2週間程度。



| 場所       | 試験区名  | 地盤高 (T. P. m) | コアマモ株数 (株/㎡) | 底質 |      |
|----------|-------|---------------|--------------|----|------|
| コアマモ移植箇所 | 試験区1  | ①岸側           | 192          | 泥  |      |
|          |       | ②沖側           | 0            | 砂泥 |      |
|          | 試験区2  | ①岸側           | -0.93        | 0  | 砂    |
|          |       | ②沖側           | -0.95        | 0  | 砂泥   |
|          | 試験区3  | ①岸側           | -0.53        | 32 | 砂泥   |
|          |       | ②沖側           | -0.80        | 0  | 泥、貝殻 |
| コアマモ天然藻場 | 天然藻場横 | -0.64         | 120          | 砂泥 |      |
|          |       | -0.65         | 168          | 砂泥 |      |



【移植箇所の底質の状況】