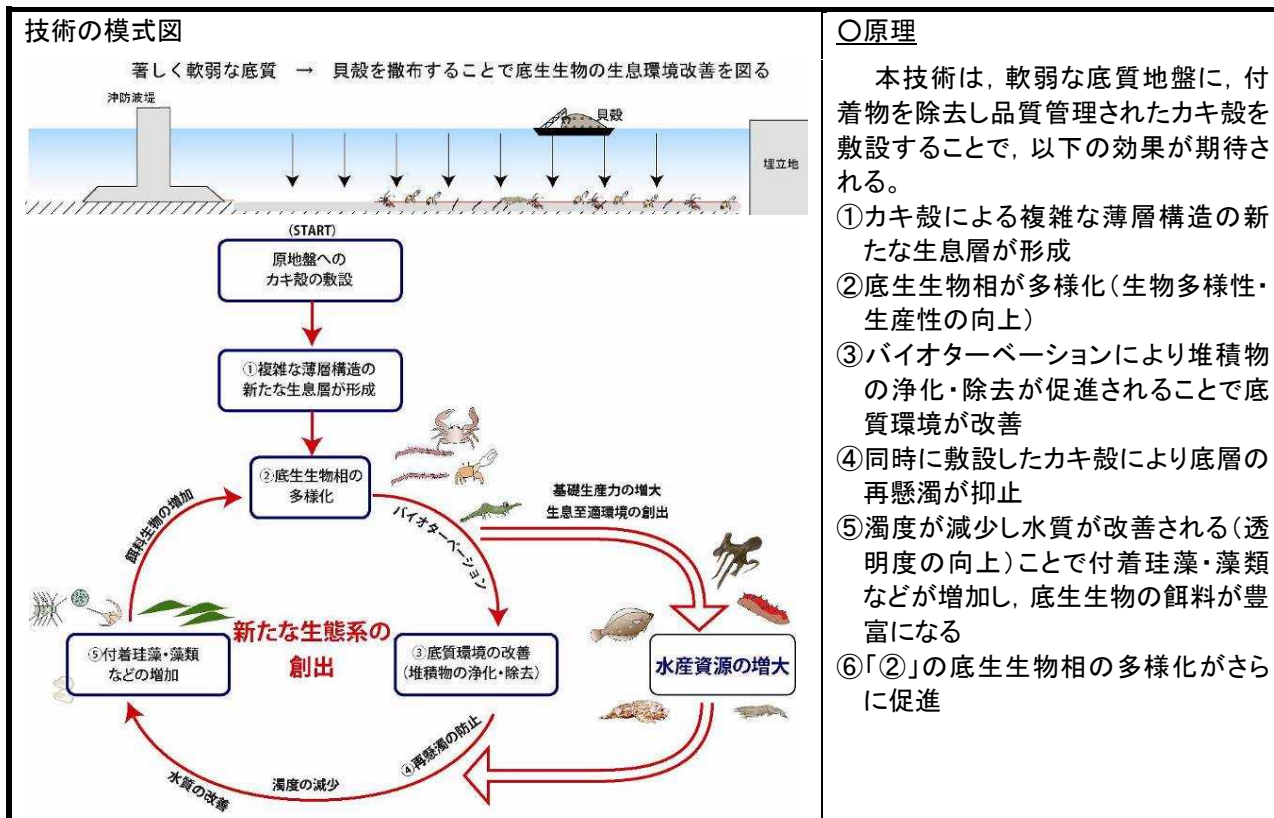


(全体概要)

実証対象技術／環境技術開発者	貝殻による生物生息環境改善技術 ／海洋建設株式会社, 全国漁業協同組合連合会, 株式会社大本組
実証機関	一般財団法人 みなと総合研究財団
実証試験期間	平成 24 年 8 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 28 日
実証の目的	敷設したカキ殻層に底生生物を増殖させ, それによる沈降有機物の捕食等を通じて円滑な物質循環機能を再生し, 底棲魚介類を始めとした水産資源を回復する。

1. 実証対象技術の概要



○他の技術との差異

- 底質改善の既存技術としては覆砂が挙げられるが, 本技術が対象とする海域においては以下のような課題がある。

覆砂の課題

覆砂材として利用される海砂はかさ密度が高いため, 軟らかいシルト質の底質に対しては埋没する恐れがある。また埋没しなくても, 沈降有機物の堆積等により効果が次第に低下する可能性がある。さらに, 海砂採取による環境悪化の懸念から, 代替材を活用することが望まれている。

- 上記の課題に対して本技術では, 以下の 3 点が改良されている。

- ① カキ殻はかさ密度が小さく, 軟らかいシルト質の底質上に敷設しても埋没しにくく, 効果が長期にわたり持続することが想定される。
- ② カキ殻敷設によって形成される海底面の凹凸やカキ殻間に形成される適度な隙間が生物の生息空間となり, 多種多様な底生生物が生息することにより, バイオターベーションによって堆積物の除去等も促進され, 効果が持続することが想定される。
- ③ 二枚貝の殻を基盤として用いるので, 調達しやすい上に養殖産業自体から出る廃棄物を有効活用する副次的効果がある。

- 以上のことから, 浅海域における軟らかいシルト質の底質改善技術として, 既存技術に比べ本技術は, 多様な底生生物の生息空間の創出, 効果の持続性, 廃棄物の資源化の観点から有効であるものと考えられる。

- 本技術は年平均低潮位 L.W.L.-1～-10m の沿岸海域を対象としたものであり, 潮間帯(干潟)及びそれに続く極く浅海域を対象としたカキ殻敷設による底質改善技術とは一線を画するものである。

- また本技術は、過去2年間(平成22～23年度)の長期モニタリングにおいて、底生生物相の多様化や堆積物の再懸濁抑制といった効果が実証されているものである。

○適用条件、適用環境

- 港湾区域など閉鎖性海域で流れが停滞し、シルト・粘土分の割合が高く、底生生物が減少している海域(沖合浅場:年平均低潮位 L.W.L.-1～-10m の沿岸海域)を対象とする(図1)。
- 試験区が設置されている場所の底質の含水率は70%程度であることから、含水率70～80%程度の粘性土でも本技術は適用可能である。

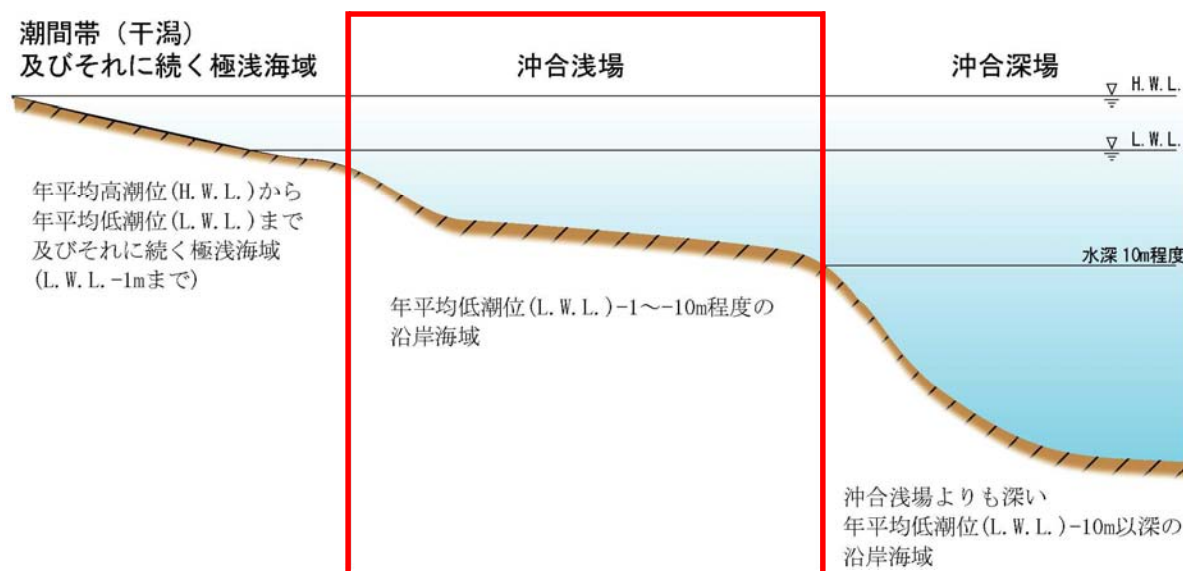


図1 実証対象技術の適用海域

- ただし、強固な塩分躍層の形成など、水塊構造の物理的な要因により貧酸素水塊の発生が恒常化している海域は、底生生物の斃死に伴いバイオターベーションの効果が発現しない可能性が高いため、本技術の適用海域から除外する。

2. 実証試験の概要

○実証試験実施場所の概要

海域の名称 (図2参照)	■ 岡山県倉敷市小原地先(水島港内) ■ 管理者:岡山県
主な利用状況 (図2参照)	■ 当該海域は、港湾法上の国際戦略港湾、港則法上の特定港に指定されている水島港の港湾区域内に位置している。 ■ 当該海域の東半分は泊地や航路として利用されており、航行船舶も輻輳している。 ■ なお当該海域では、漁業は全く行われていない。
規模 (図2参照)	■ 試験区域は、平成21年12月に岡山県と海洋建設(株)がカキ殻を敷設した海域であり、地盤高はC.D.L.±0～-8m程度である。 ■ 試験区(面積約1,000㎡;縦32m×横32m)は、一文字防波堤背後の地盤高C.D.L.-1.8m付近に設置されている。
海域の課題	■ 当該海域では、夏季～秋季に図3に示すような負の環境変化が発現している。 ■ こうした負の環境変化を引き起こしている根本的な原因は「流れが弱く、沈降有機物量が多い」ことである。ここで、負の環境変化は、対象海域の中の滞留域(流れが弱い場所;図4)で主に現出している。 ■ したがって、当該海域の環境を再生するには、「滞留域の環境を改善していくこと」が最も大切な取り組みであると考えられる。

岡山県倉敷市小原地先(水島港内)

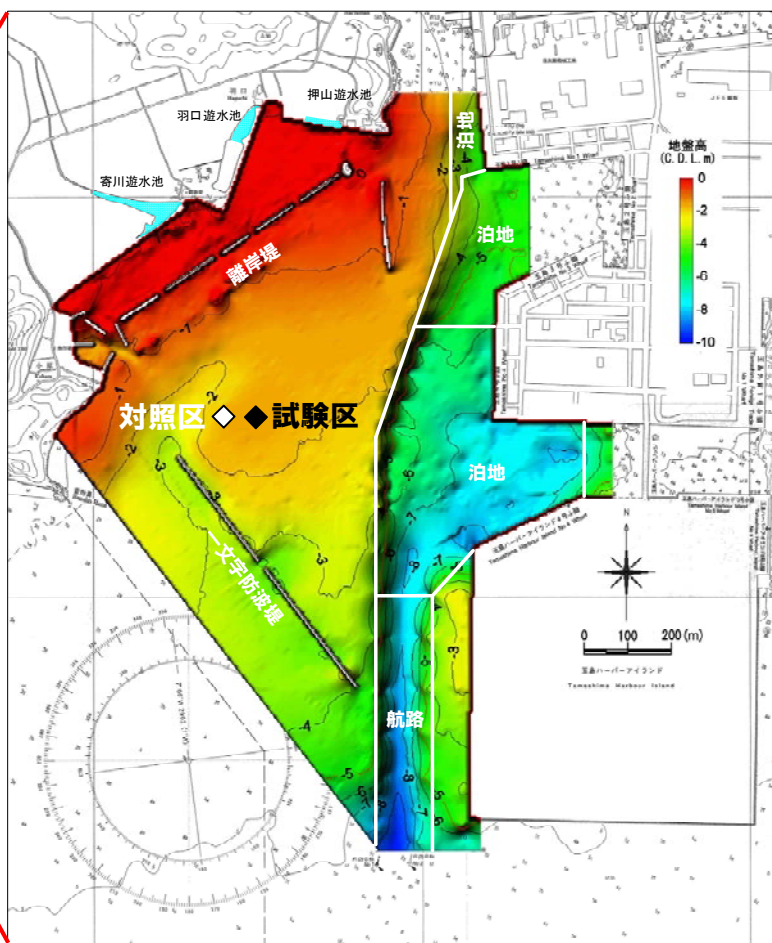
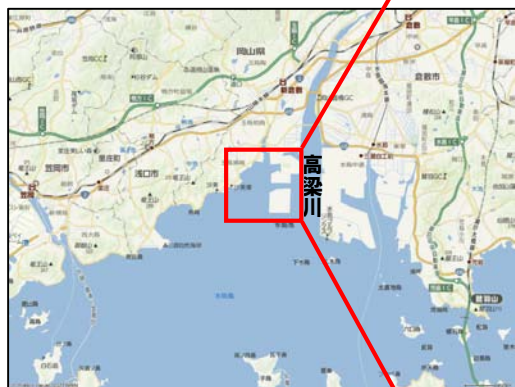


図2 実証試験実施場所

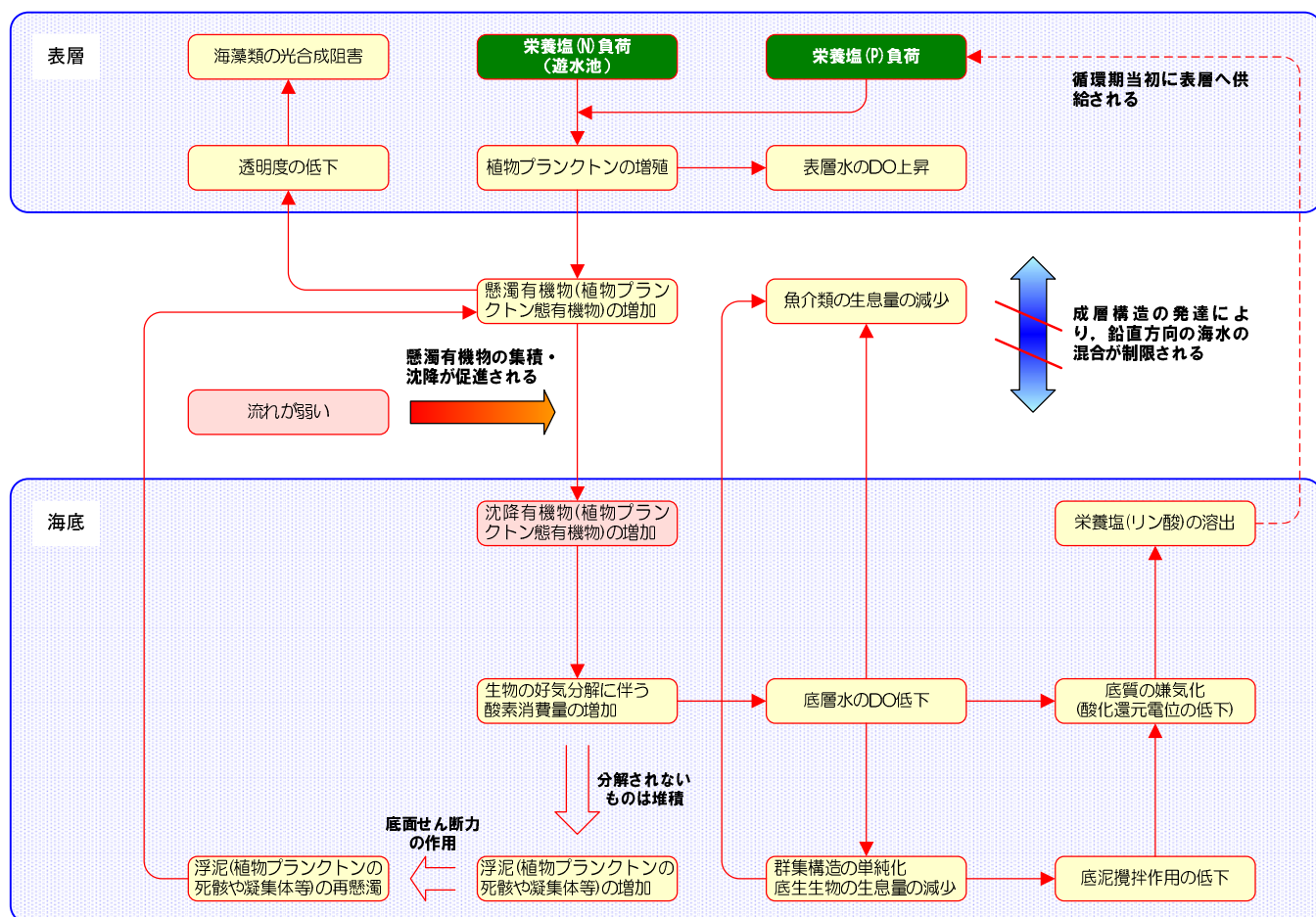
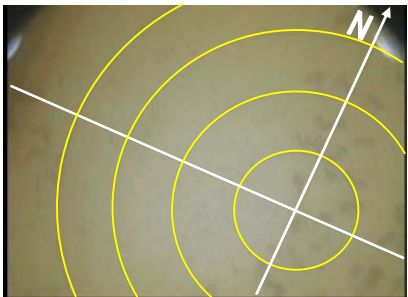


図3 実証試験実施場所において夏季～秋季に発現している負の環境変化

海域の 状況	水質	■ 高梁川の河口部に位置していることもあり、有機物や栄養塩の負荷が大きい海域である。 ■ 公共用水域の水質測定結果でも、COD (1.8～5.3mg/L)、全窒素 (0.31～1.22mg/L) 及び全リン (0.05～0.14mg/L) の分析値には環境基準 (COD: 3mg/L [B 類型], 全窒素: 0.3mg/L [Ⅱ 類型], 全リン: 0.03mg/L [Ⅱ 類型]) の値を上回るものが多く見られる。 ■ ただし、DO は 7.2～9.3mg/L であり、環境基準 (5mg/L) を全て満足している。
	底質	■ 底土は、シルト・粘土分の割合 (79.4～98.8%) が高い細粒土である。また、有機物含量 (COD: 5.3～19.0mg/g) が高く、硫化物濃度 (0.10～0.31mg/g) も水産用水基準 (0.2mg/g) を超過するケースが見られる。 ■ 沈降粒子中の有機物 (沈降有機物) の多くは植物プランクトン態有機物であり、これは物理的に不安定な浮泥層として挙動し、短い時間スケールでの底面せん断力の変化に応じて海底面で頻繁に堆積と巻き上げを繰り返している。このため、底層水の濁度も短時間で大きく変動している。   沈降粒子の堆積状況 沈降粒子の再懸濁状況 水中 CCD カメラで撮影した目盛板上の沈降粒子堆積状況写真 図中の黄色線間隔は 2cm である。
	潮流	(上げ潮時) ■ 試験区と対照区が設置されている一文字防波堤の西側堤体背後では、流れが弱い、概ね東向きの流向を示している (図 4 参照)。 (下げ潮時) ■ 試験区と対照区が設置されている一文字防波堤の西側堤体背後では上げ潮時と同様に、流れが弱く、概ね東向きの流向となっている (図 4 参照)。
	生物生 育環境	■ 夏季～秋季には、汚濁指標種 (シズクガイ、イヨスダレ、ダルマゴカイ等) の割合が高くなり、群集構造が単純化する。 ■ また、マクロベントスの大部分が斃死する領域 (滞留域) も存在する。    シズクガイ イヨスダレ ダルマゴカイ ■ なお、砂泥性藻場を形成するコアマモやアマモは全く繁茂していない。

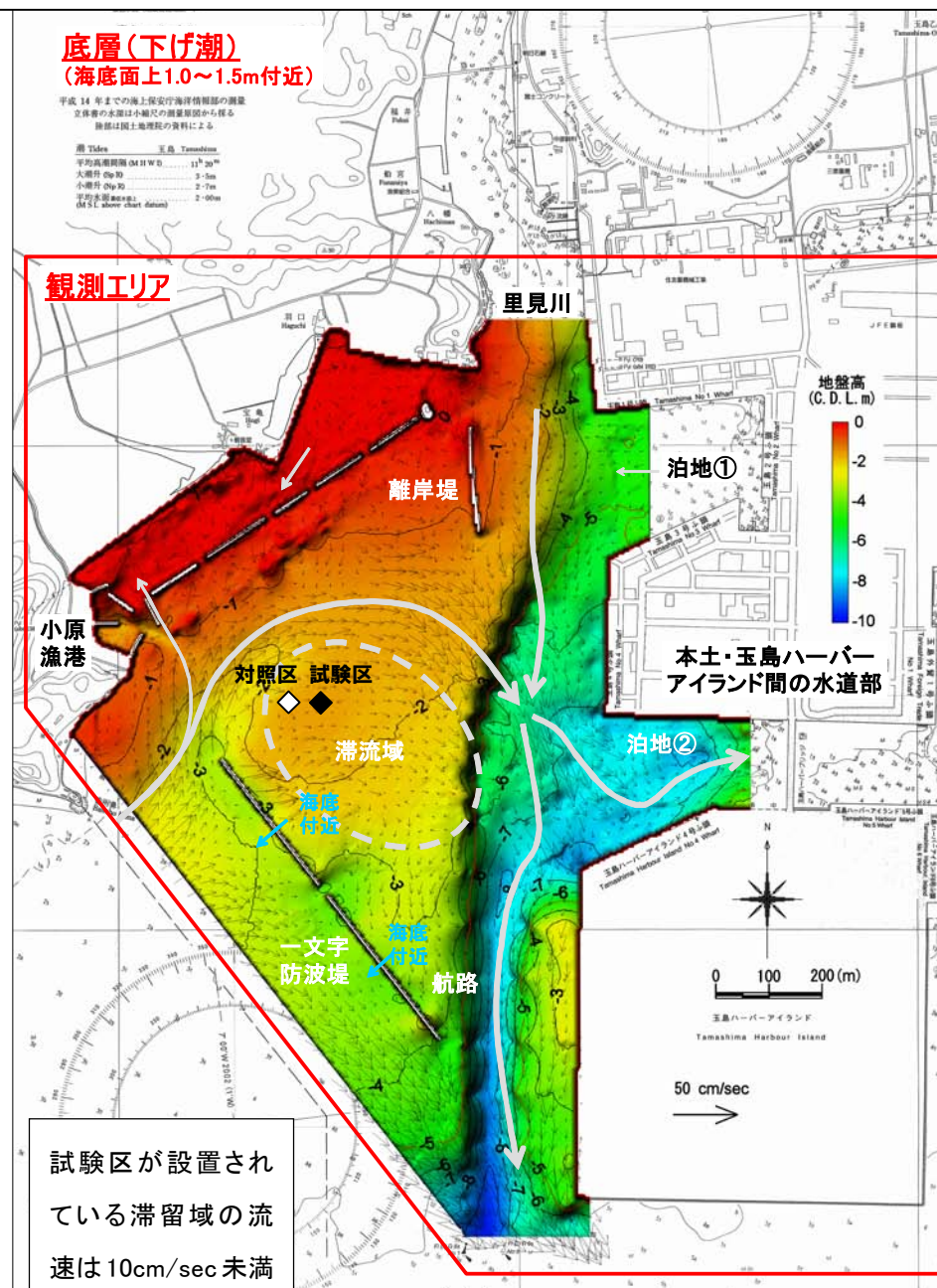
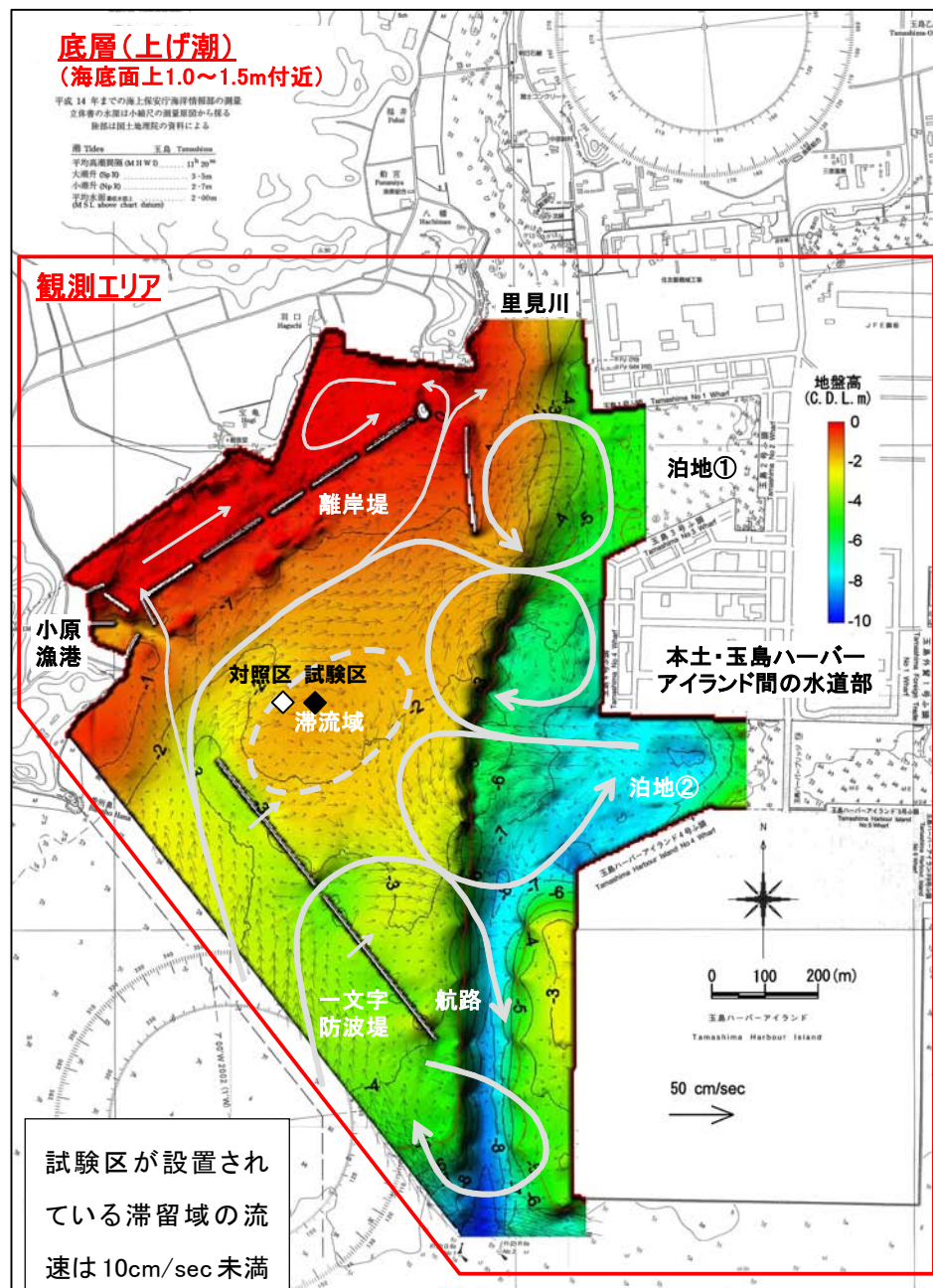


図 4 実証試験実施場所における潮時別の潮流ベクトル図

○実証対象技術の設置後の状況

- 本実証試験は、岡山県(水産課)と海洋建設(株)が農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」で平成 21 年 12 月に設置した試験区と対照区を利用して実施する。
- 試験区と対照区の大きさは縦 32m×横 32m(面積:約 1,000 m²)であり、一文字防波堤背後の地盤高 C.D.L.-1.8m 付近に設置されている(図 2)。
- 試験区内には、海中のカキ殻集積場(岡山県備前市日生町頭島地先)に 6 ヶ月間以上保管されていた、岡山県備前市日生町産の全形のカキ殻(身肉等がほぼ完全に分解されたもの)が 500 m³程度(目標敷設高 50cm)敷設されている。



試験区に敷設したカキ殻

カキ殻敷設から 1 年 4 ヶ月が経過した平成 23 年 4 月でも、試験区の地盤高は周囲よりも高い状態が保たれている。しかしながら、海底面の形状は一定ではなく、±20cm 程度の凹凸が見られる(図 5)。

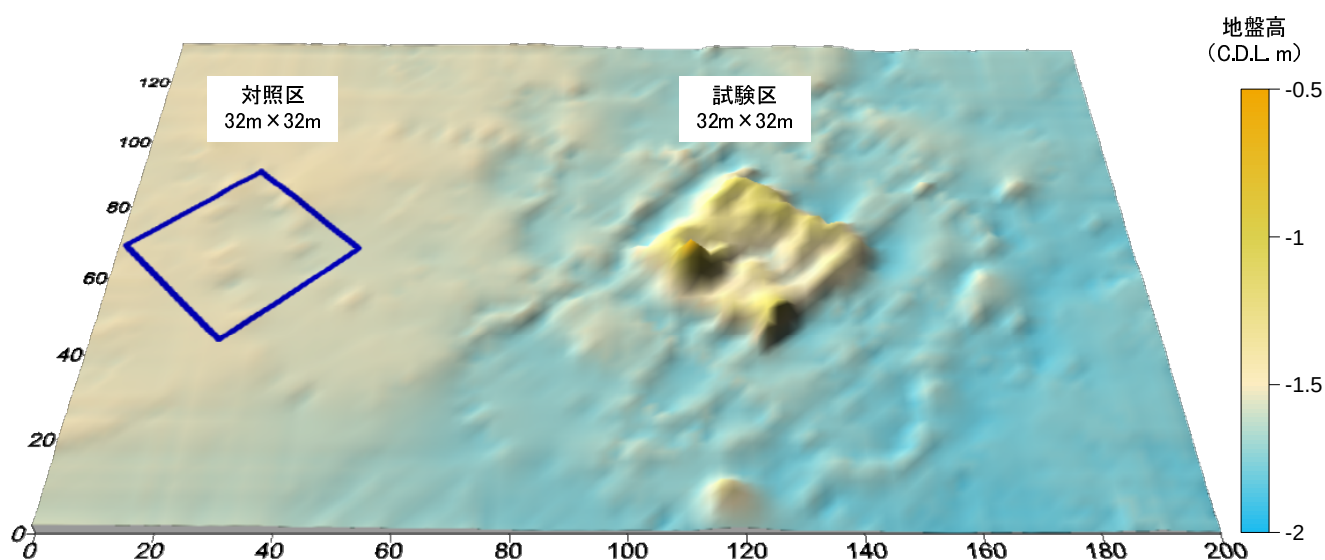


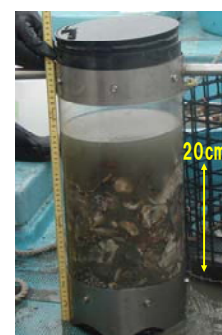
図 5 試験区と対照区の地盤高(カキ殻敷設から 1 年 4 ヶ月後:平成 23 年 4 月)
地盤高の基準は C.D.L.である。

- カキ殻層は、厚さ 10cm 当り 4~7 個程度のカキ殻が重なり合って形成している。
- ここでカキ殻には、「カキ殻の有効利用に係るガイドライン」(平成 18 年 6 月、岡山県)の品質管理基準を満足する性状のものが使用されている(表 1)。

表 1 試験区に敷設したカキ殻の性状

項 目	分析値	基 準
COD(OH)	5.0mg/g	20mg/g 以下(乾泥)
硫化物	0.1mg/g 未満	0.2mg/g 以下(乾泥)
ノルマルヘキサン抽出物	0.25mg/g	0.1%以下(1,000mg/kg 以下)

注:)基準は、「カキ殻の有効利用に係るガイドライン」(平成 18 年 6 月、岡山県)の品質管理基準である。



カキ殻層

3. 維持管理にかかる技術情報

○使用資源量・生成物処理量

項目	単位(適宜設定)	結果
特になし	—	—

○維持管理項目

管理項目	技術者の 必要性	一回あたりの 管理時間	管理頻度
特になし	☐ 要 ☐ 不要	—	—

○維持管理に係るその他の特記事項

特になし

4. 実証試験結果

○実証試験の目標と結果

調査項目	目標水準
底生生物	底生生物の種類数・個体数が対照区よりも試験区で有意に多くなる。
魚介類	魚介類の種類数・個体数が対照区よりも試験区で有意に多くなる。
有機物含有量等	底質の化学的な環境が対照区よりも試験区で有意に良くなる。

マクロベントス(図 6)

- マクロベントスの個体数は調査期間を通じて、対照区より試験区で 2～4 倍以上多かった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の個体数には、有意水準 5%では差が検出されなかったが、有意水準 10%では差が検出された($P=0.097<0.1$)。
- 試験区では、平成 24 年 8・10 月には環形動物門、同年 12 月には節足動物門の占める割合が高かった。これに対して対照区では、平成 24 年 8・12 月には軟体動物門、同年 10 月には節足動物門が多く出現した。
- 調査時期を通じて、底生生物の種数は対照区より試験区で 2～5 倍程度多かった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の種数には 5%の有意水準で差が検出された($P=0.038<0.01$)。
- 試験区における主な出現種は、平成 24 年 8 月ではマルミエガイとカタマガリギボシイソメ、同年 10 月ではマルミエガイ、同年 12 月では *Monocorophium* 属の一種であった。
- 対照区における主な出現種は、平成 24 年 8 月ではシズクガイとムツハリアケガニ、同年 10 月ではモヨウツノメとムツハリアケガニ、同年 12 月ではアラムシロ、カラムシロ及びモヨウツノメであった。ここで、平成 24 年 8 月に優占したシズクガイは汚染指標生物に該当する種である。

魚介類(図 7)

- 試験区内における魚介類の種数は調査期間を通じて、対照区内のその 2～4 倍程度であった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の種数には、有意水準 5%では差が検出されなかったが、有意水準 10%では差が検出された($P=0.055<0.1$)。また、対照区内と試験区周囲ではハゼ科とマナマコしか出現しなかったが、試験区内・外周ではクロダイ、マダコ、イイダコ、イシガニも出現した。
- 魚介類の個体数は、平成 24 年 8・10 月では試験区内・外周で最高値、対照区内で最低値を記録し、同年 12 月では試験区内で最高値、試験区周囲で最低値を記録した。ここで、試験区内の個体数は対照区内のその 1.3～6 倍程度であった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の個体数には 5%の有意水準で差が検出された($P=0.048<0.05$)。

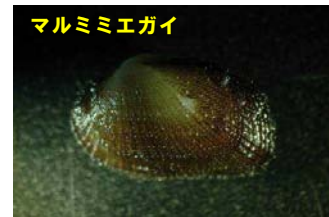
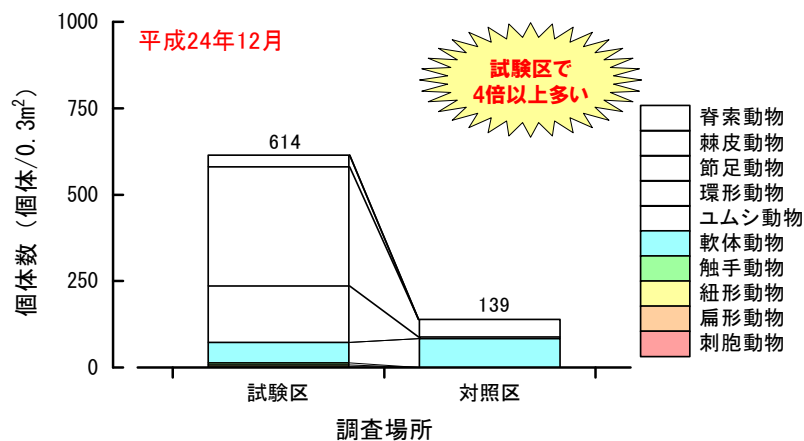
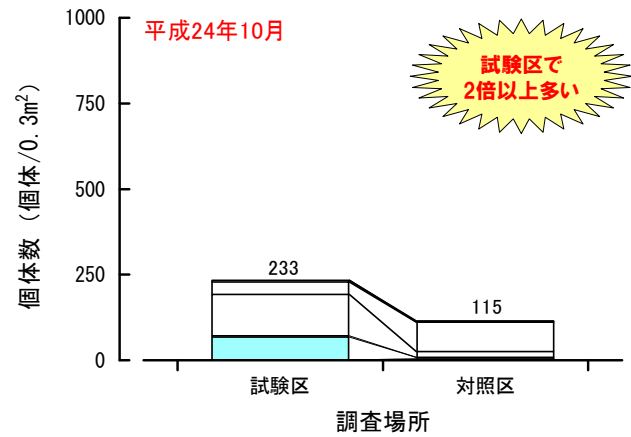
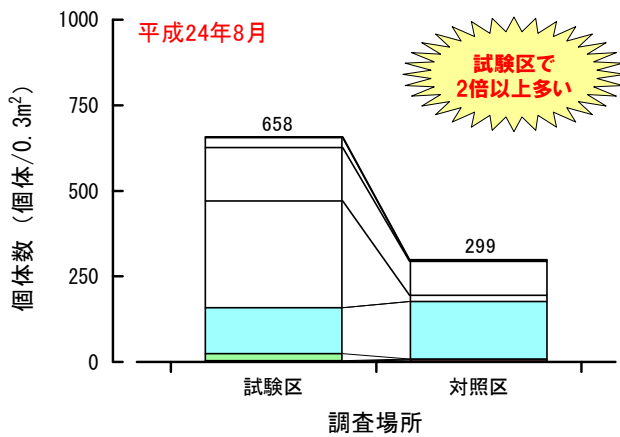
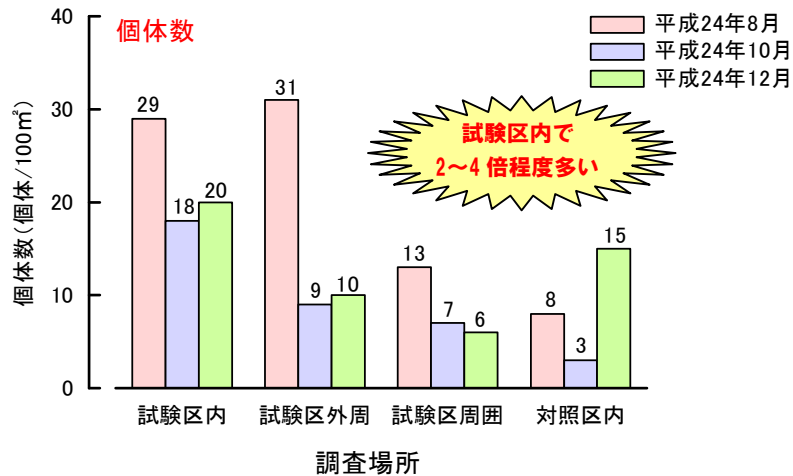


図6 試験区と対照区に出現したマクロベントスの門別出現状況の推移



試験区内に出現したマナモコ



試験区外周に出現したイイダコ

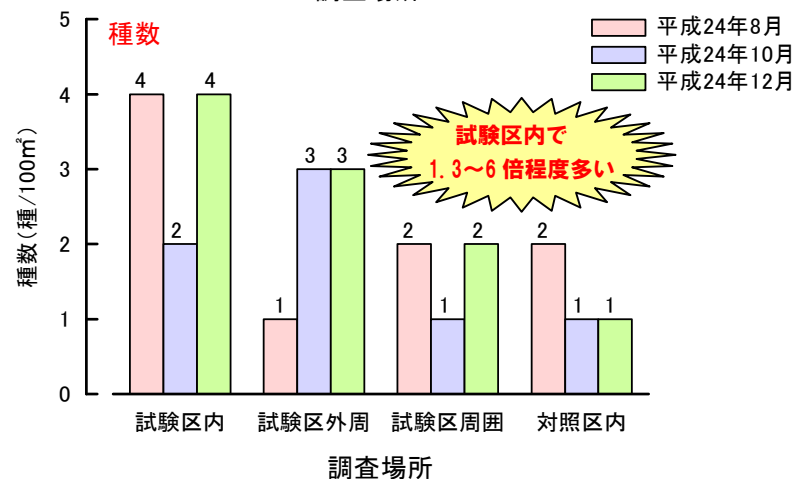


図7 試験区内、試験区外周、試験区周囲及び対照区内における魚介類の種数と個体数の推移

底質の有機物含有量等(表2)

- カキ殻敷設から約3ヶ年が経過した現在でも、試験区には厚さ数十 cm 程度のカキ殻層が形成されていた。
- 調査期間を通じて、酸化還元電位の計測値は対照区より試験区で高い値を記録した。
- CODと硫化物の分析値は、平成24年8・10月では対照区より試験区で低い値を示したが、同年12月では試験区と対照区でさほど大きく違わなかった。
- 強熱減量の分析値は、調査時期に関係なく対照区より試験区で高い値を示した。これは、試験区の堆積物には微小なカキ殻等が多く含まれている(カキ殻の一部が揮散するため、強熱減量の値が高くなる)ことが原因であると考えられる。

表2 試験区と対照区の海底から採取した堆積物の分析結果

項目	平成24年8月		平成24年10月		平成24年12月	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
酸化還元電位(mV)	+131	+53	+5	-211	+147	+127
含水率(%)	73.1	71.9	74.3	71.4	72.4	72.3
強熱減量(%)_550℃	11.0	9.1	11.0	9.0	10	8.8
強熱減量(%)_900℃	15.0	12.0	15.0	11.0	14	11
COD(mg/g)	19	20	20	23	20	20
硫化物(mg/g)	0.09	0.14	0.15	0.19	0.13	0.11

○実証試験の結論

- ・ カキ殻敷設から約3ヶ年が経過した現在でも、試験区では厚さ数十 cm 程度のカキ殻層が形成され、底生生物や魚介類が対照区よりも多く生息していることが確認された。また、試験区の底質は、対照区のそれに比べて酸化還元電位が高く好氣的な状態が維持されていたことが確認された。

○実証試験についての技術実証検討会の見解

- ・ 他の実水域への適用可能性を検討する際には、次の3点に留意する必要がある。
- ① 強固な塩分躍層の形成など、水塊構造の物理的な要因により貧酸素水塊の発生が恒常化していない海域であること。
 - ② 現場海域の底質条件を踏まえてカキ殻の敷設層厚を決定すること。
 - ③ カキ殻の利用に際し、カキ殻が廃棄物と判断される場合があるので、この技術については、事業実施地域を管轄する地方公共団体の廃棄物部局の意見を踏まえた上で実施すること。

5. 参考情報

注意:このページに示された技術情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○技術データ

項目		環境技術開発者 記入欄			
技術名称		貝殻による生物生息環境改善技術			
企業名		海洋建設株式会社、全国漁業協同組合連合会、株式会社大本組			
連絡先	TEL/FAX	TEL(086) 473-5 508 / FAX(086) 473 - 5574			
	Web アドレス	http://www.kaiyoh.co.jp			
	E-mail	ttanaka@kaiyoh.co.jp			
設置方法		①シェルサンド ↓ ②運搬 ↓ ③投入 ↓ ④底質改善  ▲品質管理されたシェルサンド  ▲現場への運搬  ▲シェルサンドの投入  ▲底質改善 (ナマコ等の生息)			
設置・調整期間		3ヶ月			
コスト概算 計算の仮定(設置面積等)をここに記載		費目	単価(円)	数量	計(円)
		イニシャルコスト	現場条件による		
		土木費	現場条件による		
		資材費	10,000	1トン袋 (0.7m3)	10,000
		ランニングコスト(月間)	0	0	0

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績, 受賞歴, 特許・実用新案, コストの考え方の補足 等)

[参考資料]

- 岡山県:カキ殻の有効利用に係るガイドライン, 平成 18 年 6 月.
- 岡山県:カキ殻を利用した総合的な底質改良技術ガイドライン, 平成 24 年 3 月.
- 岡山県:昭和 57~平成 23 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイトコンサルタント:21-8.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 20 年 3 月.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイトコンサルタント:21-18.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 21 年 3 月.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイト日本技術開発:21-16.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 23 年 8 月.