



東京湾を再生するために 東京湾奥地区シーブループロジェクト の概要と効果

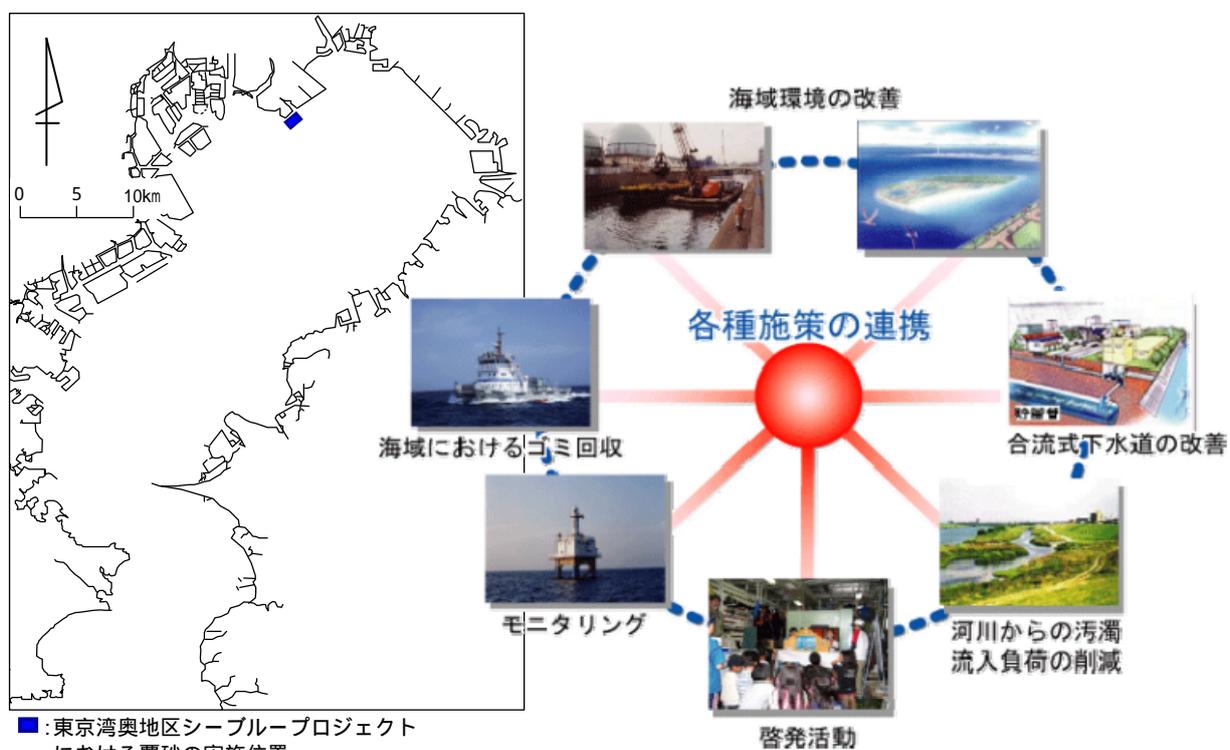
平成24年3月
国土交通省関東地方整備局
千葉港湾事務所

東京湾奥地区シーブループロジェクトの背景と意義

現在の東京湾は、経済発展に伴う沿岸の埋立や流入負荷の増大等により、干潟・浅場が減少し、赤潮^{注1)}等による生物の誕生と死滅を繰り返した結果、それらは海底への浮泥^{注2)}のたい積を経て、海底の貧酸素化^{注3)}、青潮^{注4)}の発生、やがて生物相の単調化や生物量の減少をもたらしています。

東京湾は元来豊かな海であり、江戸時代には幕府に魚介類を献上する御菜八ヶ浦および御菜浦が定められ、また明治時代には内海三十八職として多様な漁法が漁業者間において東京湾内の公式な漁法として認められています。これまで、環境の変化により漁獲量や種類の減少はありましたが、今でも年間5万t^{注5)}という多くの漁獲を誇っており、「江戸前」の豊かな海は現在に引き継がれてきました。

そのような豊かな恵みの東京湾の環境を維持し、さらに改善するため、これまで様々な取り組みが進められ、環境が改善されてきました(下図)。



■ : 東京湾奥地区シーブループロジェクトにおける覆砂の実施位置

東京湾再生推進会議における施策の推進内容

http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/index.html

そのような取り組みの1つとして、「東京湾奥地区シーブループロジェクト」についてご紹介致します。

本プロジェクトでは、東京湾の中でも特に環境の悪化が顕在化している湾奥部の再生を目的として、しゅんせつ土砂を活用した「覆砂」を行いました。

「覆砂」とは、悪化した海底の上に、良質な土砂を置くことにより、水質・底質の改善を行い、それを通して生物相の多様化と生物量の増加を図るものです。これまで日本の各地で多くの覆砂事業が実施され、効果が確認されています。

覆砂の効果には、大きく分けて「地盤のかさ上げ」と「底質の改善」の2つの効果が期待されます。「地盤のかさ上げ」は、海底を高くする（水深を浅くする）ことにより、生物に有害となる貧酸素水塊や青潮からの影響を抑制することができます。

「底質の改善」は、生物に有害な硫化物等を減らし、海底からの窒素・リンの溶出を抑えることで水質の悪化を抑制することができます。

それらを通して、生物の生息により適した環境を創出し、生物相の多様化と生物量の増加がもたらされます。

本プロジェクトにおいても、覆砂後、効果が発揮されて環境が良くなったかどうかを確認するため、5年間におよびモニタリング^{注6)}調査を行いましたので、その概要をご紹介します。

注1) 赤潮とは？

特定の植物性プランクトンが水面近くで大量に発生して海水が変色（主に赤褐色）する現象です。魚介類のえらをつまらせたり、プランクトンの死がいや海底に沈んで浮泥を形成する等悪影響をおよぼします。



注2) 浮泥とは？

有機物を多く含む泥であり、プランクトンの死がいなどから形成されます。有機物が分解される際に酸素を消費され、海底の貧酸素化を引き起こす等悪影響をおよぼします。



注3) 貧酸素化とは？

海底にたまった有機物の分解等で水中の酸素が少なくなることです。生物が酸欠で生きられなくなる他、酸素が少ない環境で活動するバクテリアの作用により硫化物や硫黄が海底で生産される等悪影響をおよぼします。



注4) 青潮とは？

海底の貧酸素化した海水が、表面に上がってきて海面が乳青色に変色する現象です。酸素が少ない他、有害な硫化水素を含むため、魚介類のへい死等悪影響をおよぼします。



注5) 磯部雅彦編(2010)「江戸前の魚喰いねえ！～豊穡の海 東京湾～」東京新聞。

注6) モニタリング：ここでは、覆砂地形やそれに伴う効果を継続的に調査し、目標に照らして評価等を行うことを指します。

東京湾奥地区シーブループロジェクト

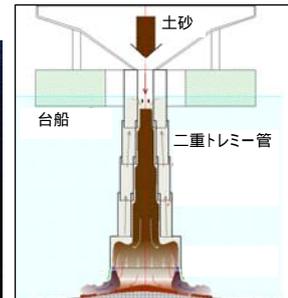
【覆砂工事の概要】

東京湾に入港する船舶の安全を確保するために行ったしゅんせつ工事により発生した土砂を有効活用し、生物の生息場を創出するため、浦安市の千鳥沖で平成 17 年から平成 18 年にかけて、約 45ha の広さに 1m の厚さの覆砂を行いました。

* 参考：隣接する東京ディズニーランドの面積は 51ha



船でしゅんせつ土砂を運搬

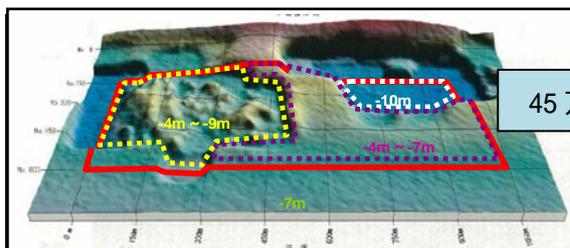


二重管トレミー工法注)で覆砂



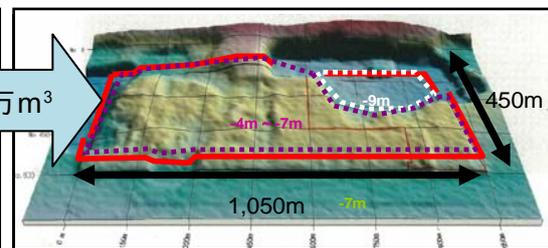
覆砂場所

【施工前】



水深は平均的な水深値を表す

【平成 18 年度工事完了後】

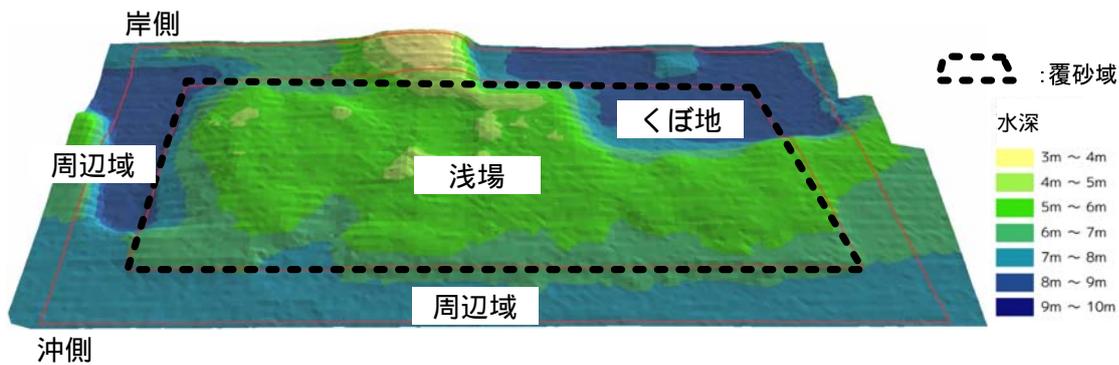


覆砂により浅場の面積が増加

注) 二重管トレミー工法：トレミー工法とは、水中に鉛直に設けた管を通して水底に土砂を投入することで、投入の際に土砂による濁りが広がるのを防ぐ方法です。本事業ではさらに土砂着底後の巻き上がりによる濁りの広がりを防ぐ「二重管トレミー工法」を採用しました。
(詳細は「東京湾奥地区シーブループロジェクト 総括資料本編」に掲載)

【覆砂後の状況】

覆砂は、元の地形を維持してほぼ均等に1mの厚さに行ったため、覆砂後の海底は浅場とくぼ地からなる起伏のある地形となっています。



覆砂後の事業実施区域の鳥かん図

地盤高のかさ上げ効果

覆砂により地盤高の高さが水面に近づくことにより、水深の深い場所に起こりやすい貧酸素水塊の影響を受けにくくなります。したがって、浅場では貧酸素化が起きにくくなるという効果が期待されます。

底質の改善効果

元の地盤を覆砂材の良質な土砂で覆うことにより、生物に有害な硫化物を減らし、海底からの窒素・リンの溶出を抑え、水質の悪化が抑制されるという効果が期待されます。

上記の効果について着目し、環境改善効果を介した生物の生息状況の改善効果を評価するため、「覆砂した浅場」、「覆砂したが水深がやや深いくぼ地」、「覆砂していない周辺域」の各地点において、環境の推移を把握するモニタリング調査を行いました。効果の評価は、次ページに示す方法で実施しました。

プロジェクトの効果「評価の方法」

プロジェクトの効果の評価は、3段階のレベルで実施しました。

3つの効果のレベル

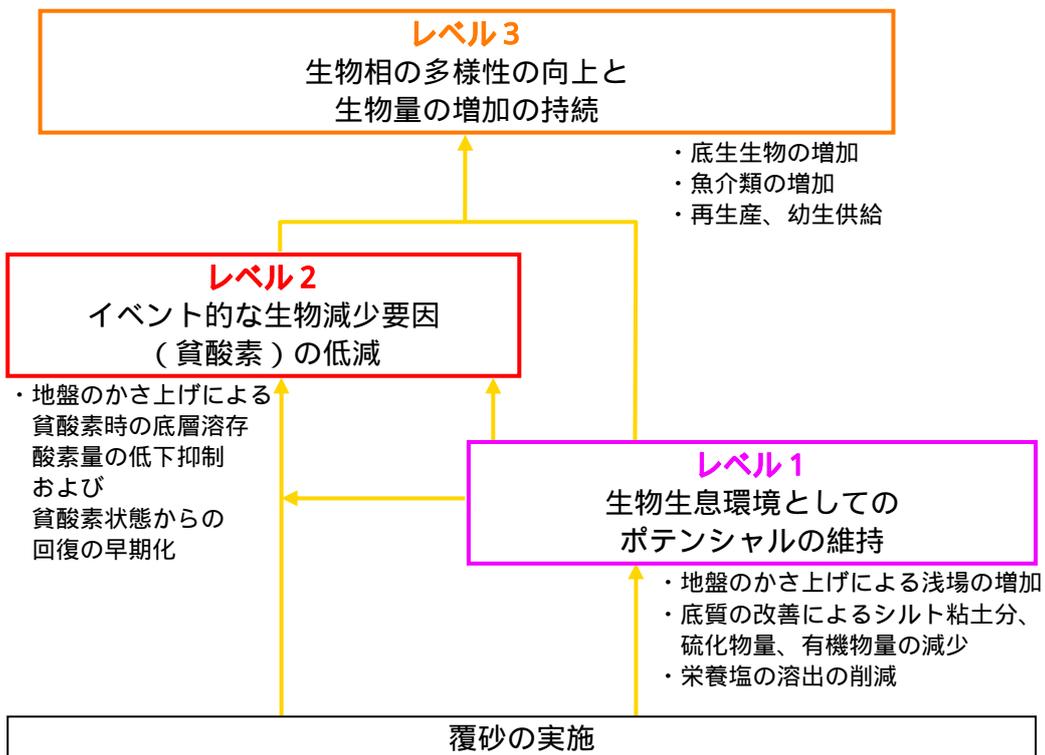
レベル1：「生物生息環境としてのポテンシャル^{*1}が維持されているか？」
生物の生息が可能となるための条件である地形、底質等が備わっているか。

レベル2：「イベント^{*2}的な生物減少要因を低減できているか？」
イベント的な生物減少要因である貧酸素水塊の影響を低減できているか。

レベル3：「生物相の多様性の向上と生物量の増加がみられるか？」
生物が豊富に生息しているか。

3つの効果は、下記の流れで発揮されます。

効果の流れ



*1 ポテンシャル：ここでは、生物が生息できる環境を保てる潜在能力としての、地盤の高さや底質等を指します。

*2 イベント：ここでは、自然環境において突発的に起こる事象としての、貧酸素水塊の襲来等を指します。

各効果のレベルについて効果を確認するために必要となる調査項目と、効果の有無を評価するための目標達成基準を設定しました。

効果のレベル	調査	測定項目	目標達成基準 ^{*1}	基準の概要	
レベル1 生物生息環境としてのポテンシャルが維持されているか？	深浅測量	地盤高(水深)	地盤高T.P.-7.5m以浅の土量の前年からの減少率11%以下	底層DOおよび底生生物が多い浅場(T.P.-7.5m以浅)が大幅に減少していないかを確認。	
	底質調査	粒度組成(シルト ^{*2} 粘土)	65%未満	底質の有機汚濁の指標。東京湾の中で、相対的に底質環境が良い海域の目安となる値。	
		COD ^{*3}	18mg/g未満		
		硫化物	0.2mg/g以下	底質の汚濁および貧酸素化の指標。水産用水基準において、水生生物保護のために設定された値。	
	溶出試験	全窒素	周辺域との比較	赤潮発生要因等となり環境悪化をもたらす栄養塩の溶出量を、覆砂により削減できたか確認。	
全リン		周辺域との比較			
レベル2 イベント的な生物減少要因を低減できているか？	水質調査(鉛直観測)(連続観測)	溶存酸素量(DO)	鉛直観測 連続観測	周辺域との比較	底生生物の生息に重要なDOについて、覆砂による改善(値の上昇、回復の早期化)を確認。
レベル3 生物相の多様性の向上と生物量の増加がみられるか？	底生生物調査	マクロベントス ^{*4}	15種類以上 600個体/0.1㎡以上	底生生物の多様性および生物量の指標。東京湾の中で、相対的に多様性および生物量が多い海域の目安となる値。	
		メガロベントス ^{*5}	15種類以上		
		出現種	周辺域との比較	種に着目した覆砂の効果を確認。	
	魚介類調査	水産有用種	周辺域との比較	漁獲対象となる種についての覆砂効果の指標。	
		遊泳魚類		地形の起伏を残した効果の指標。	

*1 目標達成基準の詳しい根拠については「東京湾奥地区シーブループロジェクト 総括資料本編」に掲載しています。

*2 シルト：砂より小さく粘土より大きい土粒子のこと。ここでは、直径0.005mm～0.075mmの土粒子を指します。

*3 COD：化学的酸素要求量。ここでは、底質中に含まれる有機物を酸化剤で分解する際に消費される酸化剤の量を酸素量に換算したもので、底質中の有機物による汚濁状況を測る代表的な指標です。

*4 マクロベントス：ここでは、採泥器により海底泥を採集し、0.5mm目合のふるいにかけて残った、肉眼で存在を確認できるサイズの底生生物を指します。

*5 メガロベントス：ここでは、第3種底引網(袋網部で目合い15mm)により採集した、より大型の底生生物を指します。

注：調査項目は、実施した内容の一部を示します。

なお、以下では浅場の調査結果のみを示し、くぼ地の結果については「東京湾奥地区シーブループロジェクト 総括資料本編」に掲載しています。

= モニタリング結果からみた覆砂の効果 =

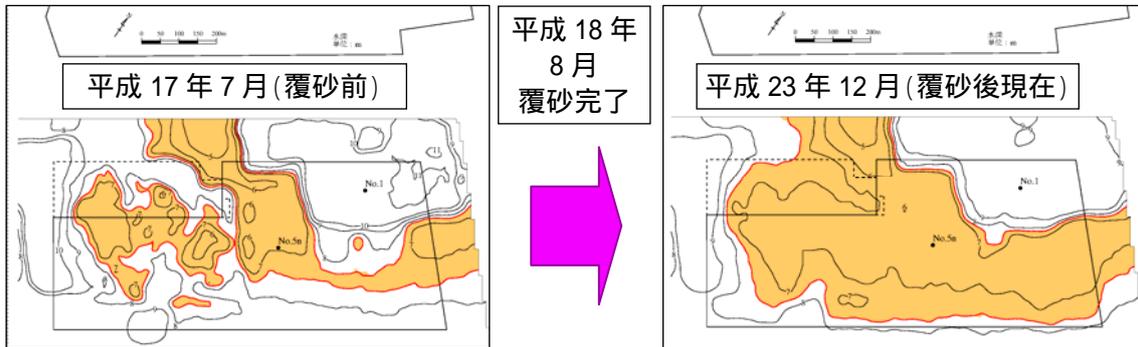
【レベル1】
生息環境の
ポテンシャル

Q：生物の生息に適する環境となっていますか？
 ・地盤高（深浅測量）の変化から
 <生物の生息の場が大幅に減少していないか？>

項目	調査・確認の目的
地盤高	波・潮流の作用による覆砂地形がどのように変化しているか

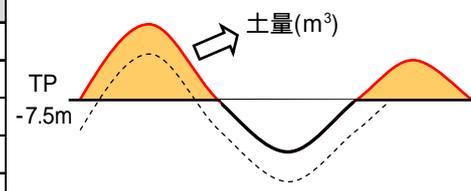
【地盤高（水深）】

覆砂後増加した浅場(T.P. -7.5m以浅)は、およそ5年が経過した平成23年12月まで大きな変化は無く、地形が維持されています。



■：浅場(水深 TP -7.5m以浅)の範囲
 注) TP=東京湾中等潮位(右下図参照)

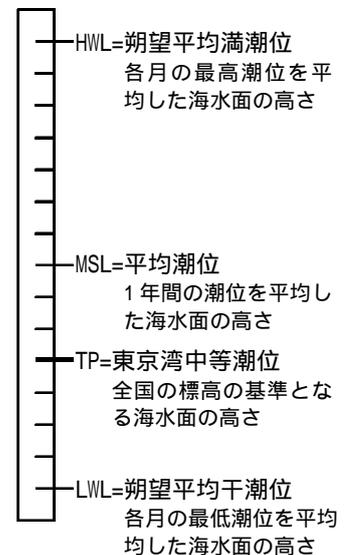
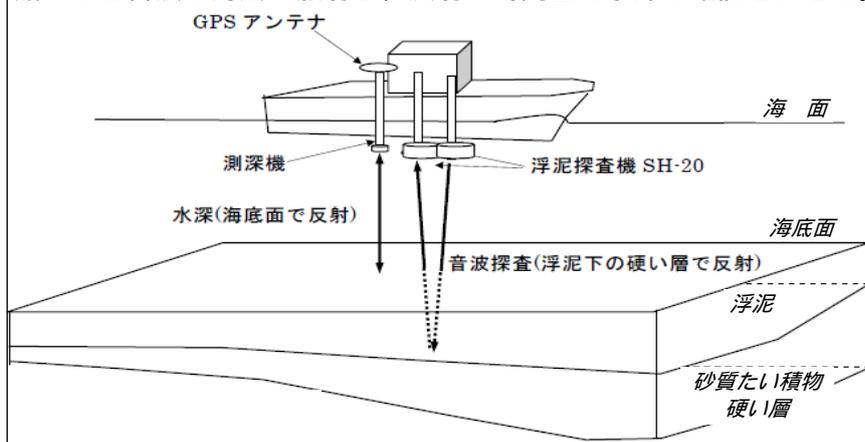
年度	測量時期	T.P.-7.5m以浅の土量(万m ³)	前測量からの変化量	
			土量(万m ³)	減少率(%)
覆砂直後	H18年8月	38.0	-	-
平成18年度	H19年3月	30.1	-7.9	21
平成19年度	H20年2月	26.7	-3.4	11
平成20年度	H20年12月	24.5	-2.2	8
平成21年度	H21年11月	26.1	1.6	-6
平成22年度	H22年12月	27.2	1.1	-4
地震後	H23年7月	22.7	-4.5	16
平成23年度	H23年12月	21.6	-1.1	5



地震による変化(主に沈下)であり、偶発的な要素のため評価対象から除外しました。

< 深浅測量の方法 >

船上から音波を海底に放射し、反射の時間差で水深を確認しました。



= モニタリング結果からみた覆砂の効果 =

**【レベル1】
生息環境の
ポテンシャル**

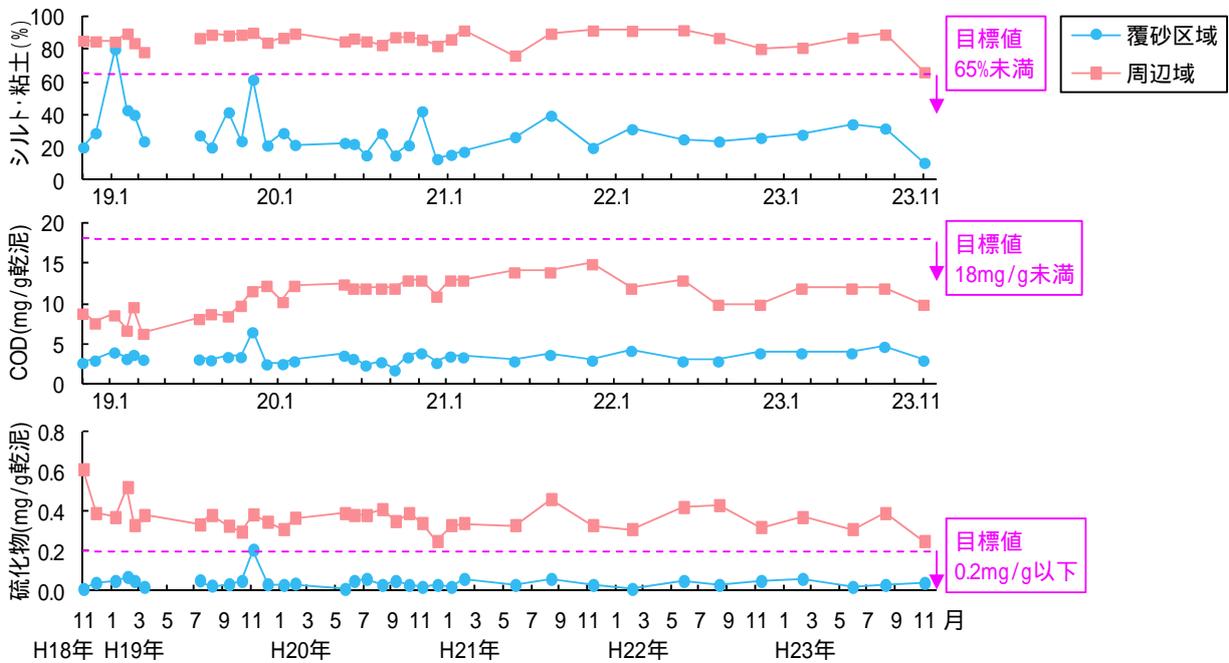
Q：生物の生息に適する環境となっていますか？

- ・底質（分析試験）の違いから
<生物が棲みやすい環境が維持されているか？>

項目	調査・確認の目的
粒度	海底の土質が、底生物(二枚貝)の生息にくい環境となるといわれているシルト・粘土分の割合(65%)を超えていないか？
COD	有機物が多く含まれ、悪化した環境になっていないか？
硫化物	生物の増殖の障害となる物質が増加していないか？

【底質（粒度組成、硫化物、COD）】

覆砂後の浅場の底質は、全ての項目で目標を達成しており、泥分(シルト・粘土分)や硫化物、有機物(COD等)が少ない状態が維持されています。



ダイバーが潜水し、柱状採泥器で海底の泥を採取しました。採取した泥の、粒度組成や泥に含まれる化学物質(硫化物、COD等)の分析を行いました。



= モニタリング結果からみた覆砂の効果 =

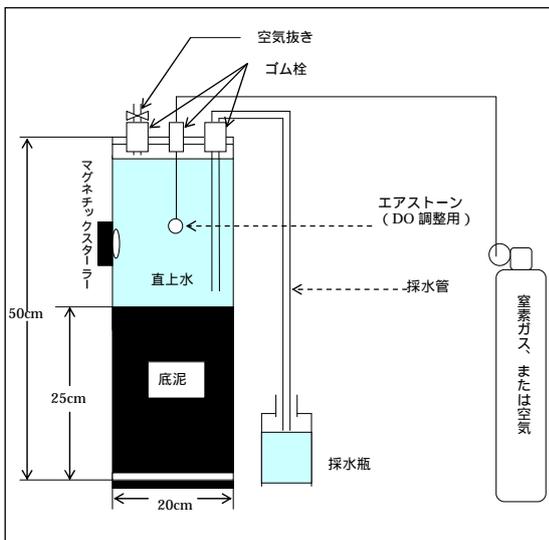
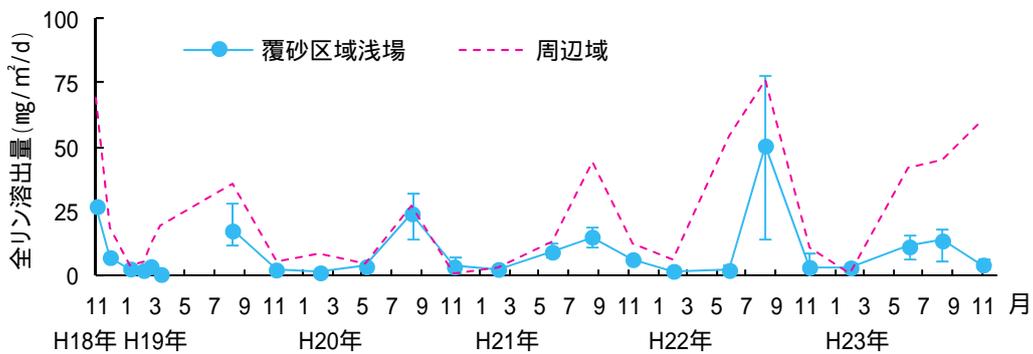
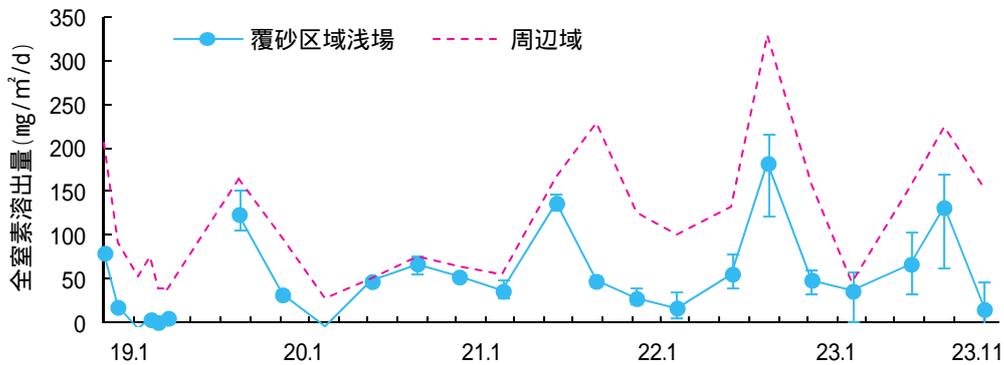
【レベル1】
生息環境の
ポテンシャル

Q：生物の生息に適する環境となっていますか？
 ・溶出試験の結果から
 <有機物が多く悪化していた底質を改善した効果が維持されているか？>

項目	調査・確認の目的
全窒素	海底から溶出してくる有機物の量が覆砂を行っていない区域と比べて少なく、封じ込めの効果が維持されているか？
全リン	

【溶出（全窒素、全リン）】

覆砂後の浅場での溶出量は、全窒素・全リンともに周辺域より少なく、赤潮の原因となる窒素・リンの溶出量が少ない状態が維持されています。



底質調査と同様に海底の泥を採取し、実験室に持ち帰り、泥の入った柱状採泥器に、左図の様な装置を取り付け、一定時間ごとに水中に溶け出す窒素・リン等の量を測ることで、泥からの溶出量を測定しました。

= モニタリング結果からみた覆砂の効果 =

【レベル2】
生物減少要因
の低減

Q: イベント(突発的に起こる現象)的な生物減少要因を低減できていますか?
 ・海水中の底層溶存酸素量(底層DO)結果から<覆砂による効果が維持されているか?>

項目	調査・確認の目的
鉛直観測	生物の生息に必要な海中の酸素量が減少するなどのイベントが発生した時に、周辺域と比べて覆砂区域の方が悪い状態を低減できているか?
連続観測	

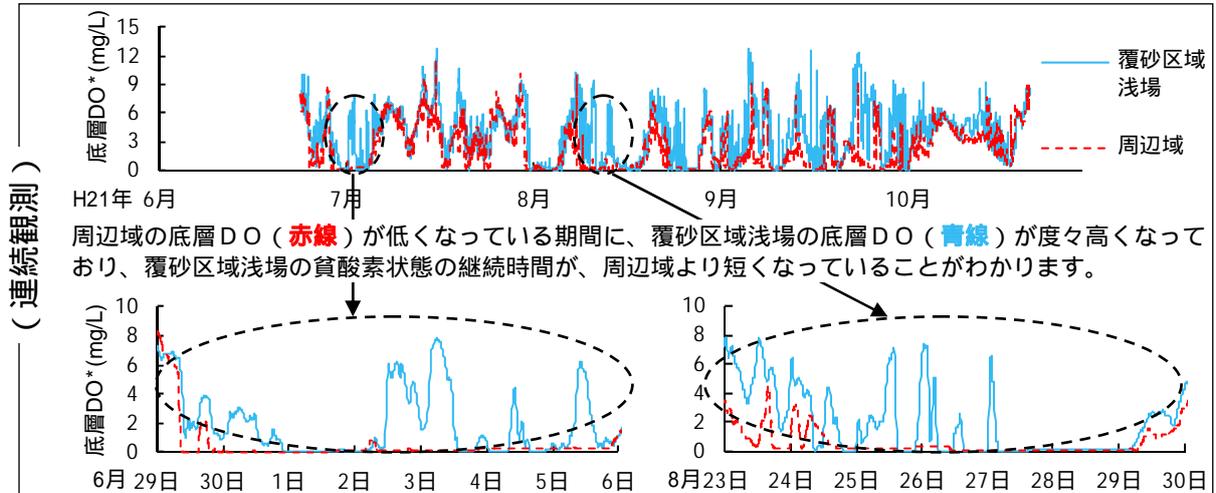
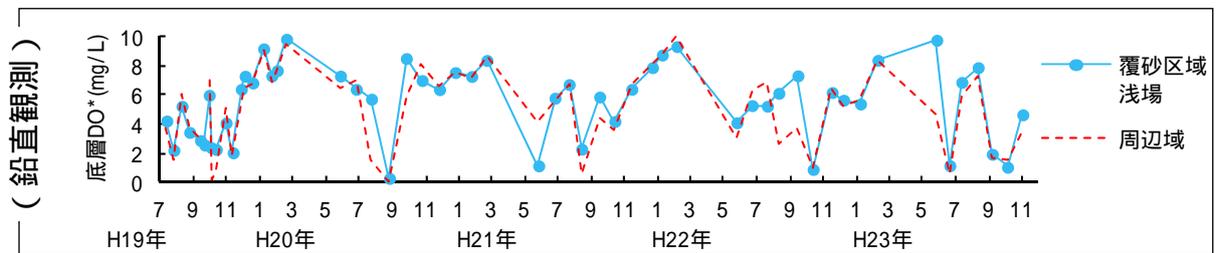
【水質(底層溶存酸素量)】

(鉛直観測)

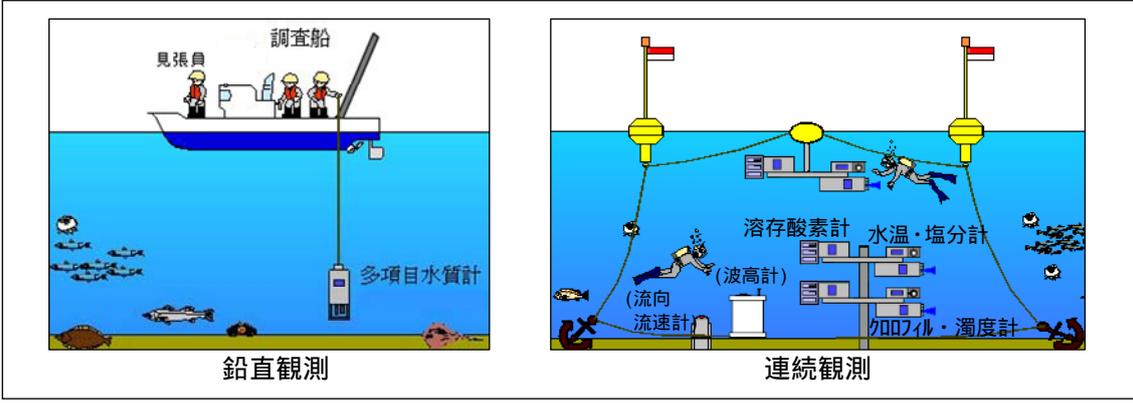
覆砂区域の浅場では、周辺域よりも底層溶存酸素量が多くなっています。

(連続観測)

覆砂区域の浅場では、周辺域より貧酸素状態の継続時間が短くなっています。



* DO: 溶存酸素量



=モニタリング結果からみた覆砂の効果=

【レベル3】
多様性向上と
生物量の増加

Q：生物が豊富に生息していますか？

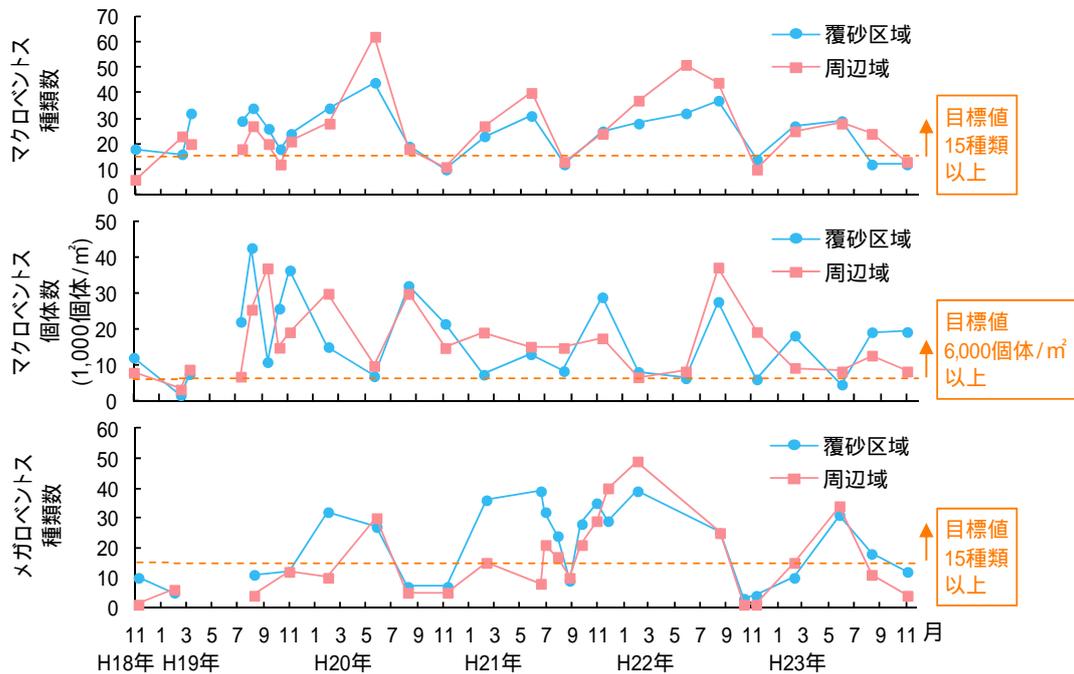
・採泥、捕獲(漁)による確認

<覆砂区域と周辺域の採取量、種の確認>

項目	調査・確認の目的
底生生物	覆砂区域に着底・加入した生物が種類数・個体数ともに豊かになっているか？
魚介類	

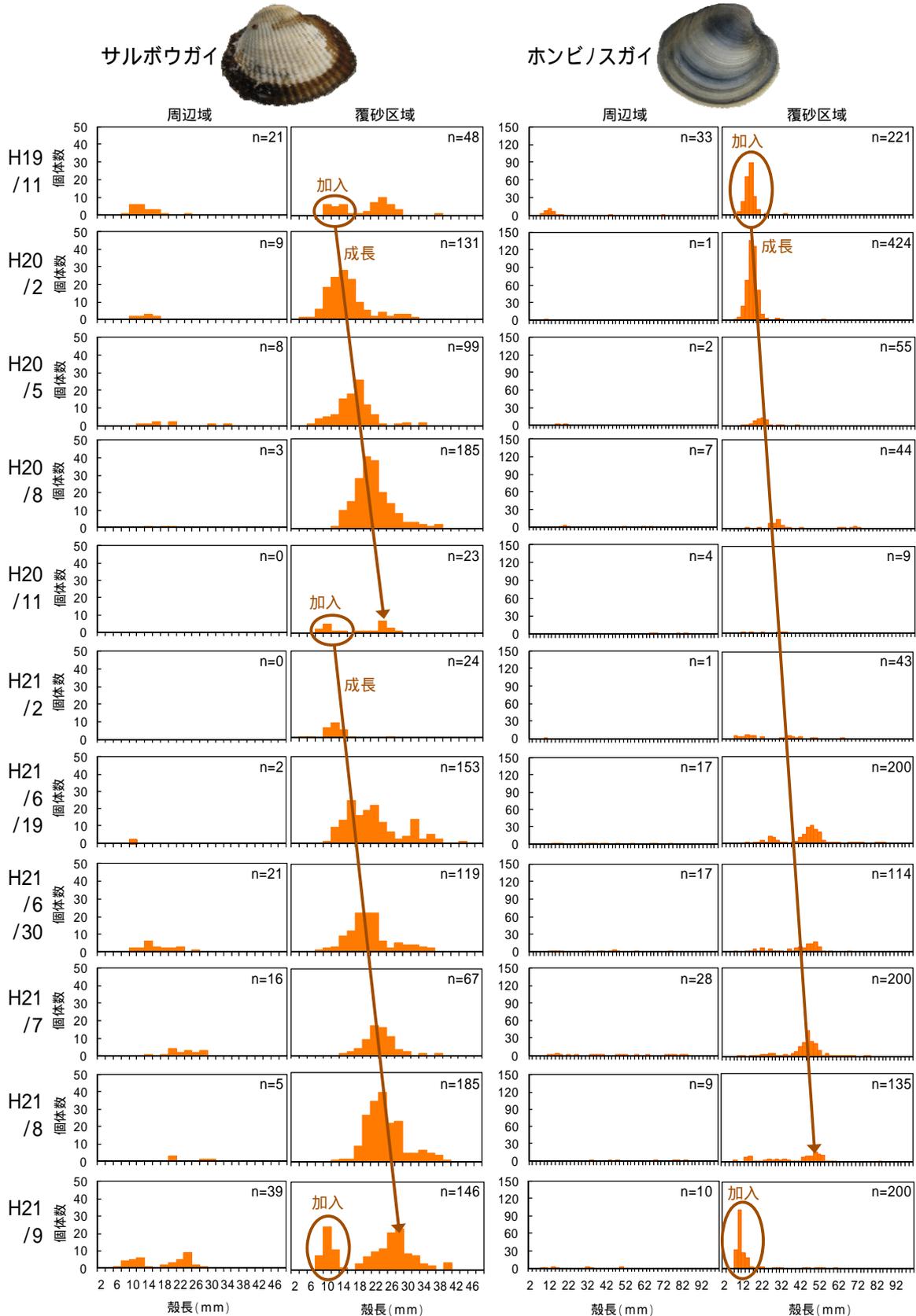
【底生生物（マクロベントス種類数・個体数、メガロベントス種類数）】

覆砂後の底生生物の種類数・個体数は、概ね目標を達成しています。



【水産有用種(3種網)】

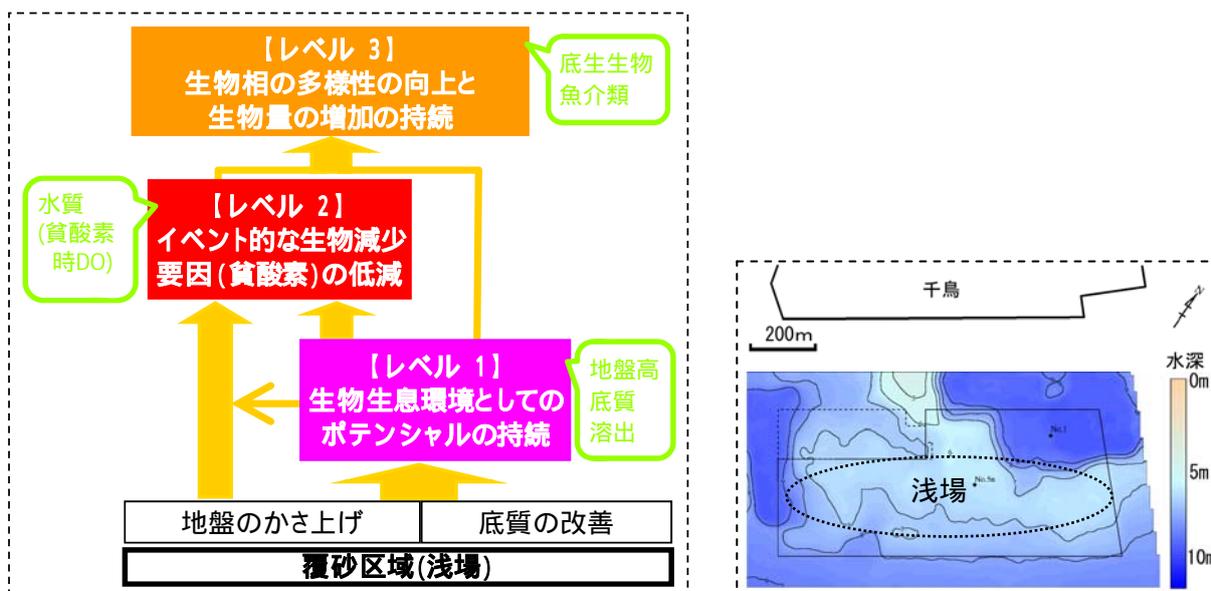
覆砂区域の浅場では、貝類で水産有用種のサルボウガイ、ホンビノスガイが加入・生残・産卵サイズまで成長しています。



覆砂効果の総合評価

【覆砂を行った浅場の評価とその結果】

本プロジェクトで行った覆砂浅場（下図）では、覆砂から5年後までレベル1～3までの効果が維持されています。



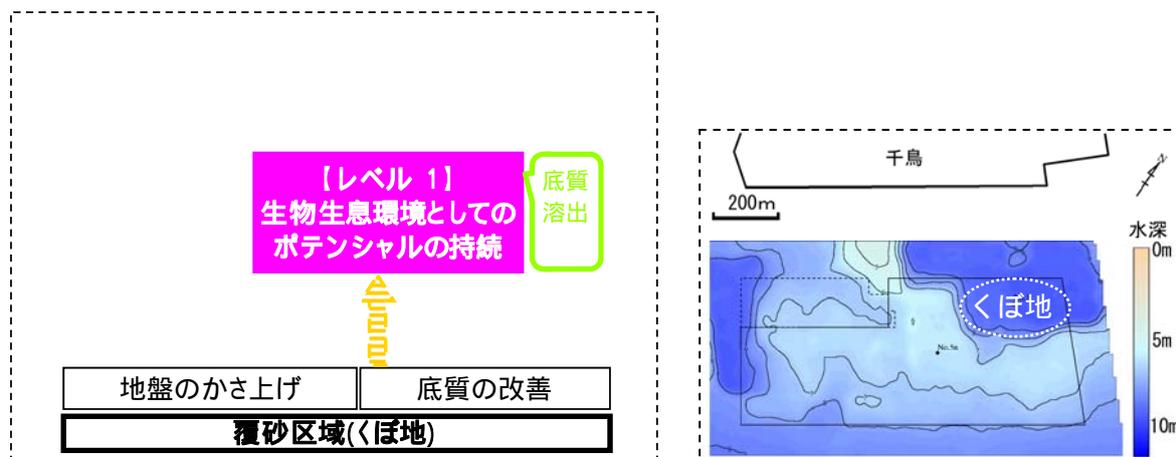
効果のレベル	項目	調査・確認の目的	結果
レベル1	地盤高 (水深)	波・潮流の作用による覆砂地形がどの様に変化しているか？	覆砂後増加した浅場(T.P.-7.5m以浅)は、およそ5年が経過した平成23年12月まで大きな変化は無く、地形が維持されています。 覆砂後の浅場の底質は、全ての項目で目標を達成しており、泥分(シルト・粘土分)や硫化物、有機物(COD等)が少ない状態が維持されています。 覆砂後の浅場の溶出量は、全窒素・全リンともに周辺域より少なく、赤潮の原因となる窒素・リンの溶出量が少ない状態が維持されています。
	粒度組成 (シルト粘土)	海底の土質が、底生生物(二枚貝)の生息しにくい環境となるといわれているシルト・粘土分の割合(65%)を超えていないか？	
	COD	有機物が多く含まれ、悪化した環境になっていないか？	
	硫化物	生物の増殖の障害となる物質が増加していないか？	
	全窒素	海底から溶出してくる有機物の量が覆砂を行っていない区域と比べて少なく、封じ込めの効果が維持されているか？	
	全リン		
レベル2	鉛直観測	生物の生息に必要な海中の酸素量が減少するなどのイベントが発生した時に、周辺域と比べて覆砂区域の方が悪い状態を低減できているか？	覆砂区域の浅場では、周辺域よりも底層溶存酸素量が高くなる傾向にあることを確認しました。
	連続観測		覆砂区域の浅場では、周辺域より貧酸素状態の継続時間が短くなっていることを確認しました。
レベル3	底生生物調査	覆砂区域に着底・加入した生物の種類・数ともに豊かになっているか？	覆砂後の底生生物の種類数・個体数は、概ね目標を達成していることを確認しました。 覆砂区域の浅場では、貝類で水産有用種のサルボウガイ等が加入・生残・産卵サイズまで成長している状況を確認しました。
	魚介類調査		

注) レベル1, 2, 3については、p.5を参照

【くぼ地の評価結果】

くぼ地では、レベル1までの効果となり、時間の経過とともに効果が低下しています。

ただし、覆砂後3年程度は底質改善効果や溶出削減効果が維持されており、短期的にはくぼ地においても覆砂の効果が発揮されていることを確認しました。



効果のレベル	項目	調査・確認の目的	結果
レベル1	粒度組成 (シルト粘土)	海底の土質が、底生生物(二枚貝)の生息しにくい環境となるといわれているシルト・粘土分の割合(65%)を超えていないか？	覆砂後のくぼ地の底質は、当初は概ね目標を達成していましたが、徐々に悪化し、近年はほとんど目標を達成できていない状態となっています。
	COD	有機物が多く含まれ、悪化した環境になっていないか？	
	硫化物	生物の増殖の障害となる物質が増加していないか？	
	全窒素	海底から溶出してくる有機物の量が覆砂を行っていない区域と比べて少なく、封じ込めの効果が維持されているか？	覆砂後のくぼ地の溶出量は、全窒素については調査開始当初は目標を達成していたものの最近では達成できておらず、全リンについては半分程度の達成度となっています。
	全リン		

おわりに

東京湾奥部で約 45ha の覆砂による地盤のかさ上げと底質の改善を行った結果、施工 5 年後においても、地形や底質の維持、貧酸素影響の低減、生物多様性の向上と生物量の増加について効果の発現を確認し、覆砂により悪化した環境を改善する方法は、東京湾の環境の再生を行う上で有効な手段であることを改めて確認することが出来たことに加え、広大な自然環境に比べればわずかな規模であっても生物の移動・定着を可能にする、場の創出を行うことが東京湾内の生態系ネットワーク^{注)}の構築に貢献出来ることを確認出来ました。

本プロジェクトは、計画段階から数えますと概ね 10 年間に渡るプロジェクトであり、その全てを資料にとりまとめますと膨大なものになってしまうため、概要版の位置付けとして本資料を作成させて頂きました。

より詳細な情報については「東京湾奥地区シーブループロジェクト 総括資料本編」(序論、計画編、施工編、調査編、評価編)に記しております。ご興味をもたれた方はこちらもぜひご覧下さい。

注) 国土交通省港湾局・環境省自然環境局「東京湾干潟ネットワークの形成に向けて」平成 15 年。

本資料および本編は以下の URL からダウンロード出来ます。

<http://www.>