

# 浅場造成後の山下公園前海域における深浅測量調査

浦垣直子、潮田健太郎、中里亜利咲（横浜市環境科学研究所）  
石井祐一、増田龍彦（東京都環境科学研究所）

## Sounding survey of Yamashita Park after shallow field creation

Naoko Uragaki, Kentarou Ushioda, Arisa Nakazato（Yokohama Environmental Science Research Institute）  
Yuichi Ishii, Tatsuhiko Masuda（Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection）

キーワード：豊かな海づくり、深浅測量、山下公園、臨港パーク、生物調査

### 要旨

山下公園前海域において、生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復について民間企業と共同研究を行い、浅場造成による環境改善の有効性が確認されている。今回の深浅調査により、山下公園前海域の生物附着基盤について造成後8年経っても崩れることなく生物生息場として正常に機能していることが確認された。また、今後浅場造成を予定している臨港パーク前面の水深が一樣で鉛直護岸型の場所であることが確認できた。

### 1. はじめに

これまで沿岸域において、横浜市が行った様々な環境調査の結果から、横浜港の水質を更に向上させるためには、流入汚濁負荷量の削減や底質の改善を行うとともに、海域生物の水質浄化能力を利用できる環境の修復・創出が重要であることが確認されている<sup>1), 2)</sup>。

また、2013年10月から2018年3月までの期間で山下公園前海域において、生物附着基盤や底質改善の効果が期待される鉄鋼スラグ製品を用いて浅場を造成し、生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復についてJFEスチール株式会社と共同研究を行い、天然資材と同等の浅場造成の有効性を確認している<sup>3), 4)</sup>。

浅場造成の当初は四季で、現在は夏季に潜水ダイバーによるモニタリング調査を行い、生物生息状況と生物附着基盤の崩れが無いかを確認しており、地点ごとに写真と動画撮影を行っているが、造成地の全体を確認することは困難である。

本報告は、浅場造成後の海域において深浅測量を行い、今後横浜港の沿岸域の整備を進めていくうえで基礎資料として活用できるよう、基盤の安定度や地形の変化による生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復について、これまでに得られた知見を取りまとめた。

### 2. 方法

#### 2-1 調査地点および日時

2013年に浅場造成を行った中区山下公園前海域及び、今後浅場造成を行っていく予定地である西区臨港パーク前面を対象として調査した。調査は2020年10月21日に行った。午前は港務艇に深浅測量装置の取付けを行い、午後から各地点で1時間ほど深浅測量調査を行った。調査地点と景観を図1に、各調査地点の座標を表1に示す。

表1 調査場所の座標

地点名	緯度	経度	
① 山下公園	a	35° 27' 0.621"	139° 38' 55.459"
	b	35° 26' 52.999"	139° 39' 8.383"
	c	35° 26' 45.691"	139° 39' 1.894"
	d	35° 26' 53.313"	139° 38' 48.971"
② 臨港パーク	e	35° 27' 46.327"	139° 38' 19.674"
	f	35° 27' 46.247"	139° 38' 23.242"
	g	35° 27' 31.392"	139° 38' 22.543"
	h	35° 27' 31.472"	139° 38' 18.66"



図1 調査地点と景観

## 2-2 調査方法

### 2-2-1 艀装

調査は東京都環境科学研究所の協力のもと、横浜市港湾局の港務艇（パトロール艇01）の右舷側に図2の音響測深機（3DSS-Multi Angle Swath Bathymetry Sonar, Ping DSP 社）とGPS測位機を設置して行った。艀装模式図を図3に、艀装後の様子を図4に示す。

深浅測量では、水面に対して垂直に装置を艀装することが基本であるが、船の形状や取付け時のロープの張り具合により、取付け誤差が生じる。取付け角度の誤差はデータに大きく影響するため、取付け誤差の補正に有効な統計処理手法であるパッチテストを行う必要がある<sup>5)</sup>。今回の調査においても艀装状態の把握や取付け誤差等を確認する為のパッチテストを行い正確な計測が行えることを確認した。

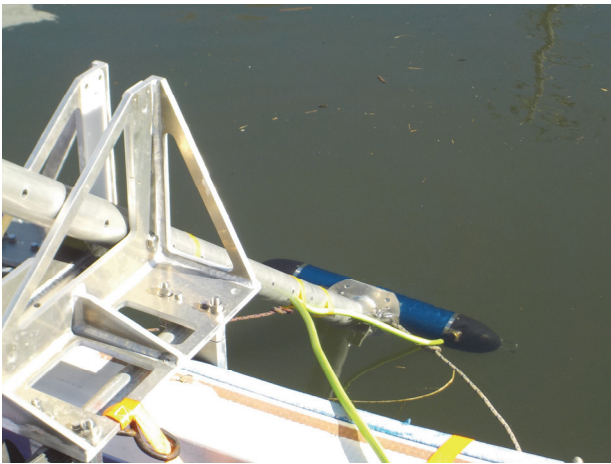


図2 船右舷に取付けた音響測深機

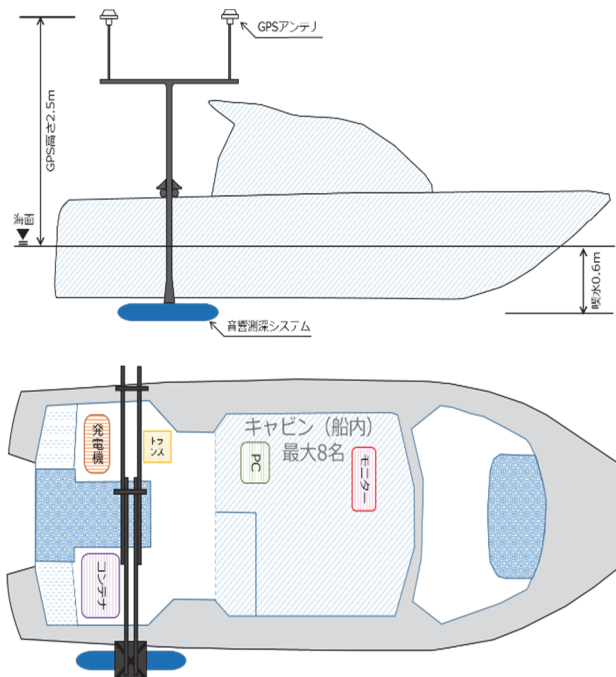


図3 艀装模式図



図4 艀装後の様子

### 2-2-2 探査

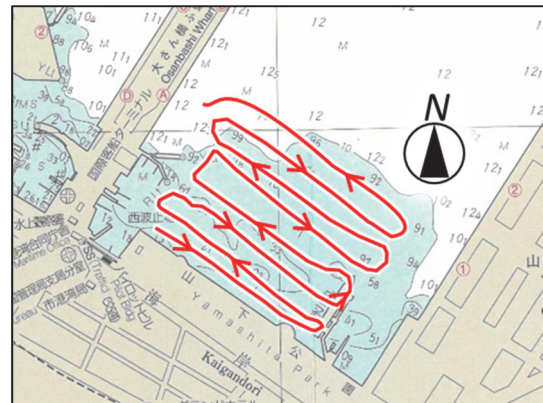
航跡図を図5に示す。

山下公園前海域では測深線方向は概ね東西方向とし、側線間隔は10mで深浅測量を行った。

臨港パーク前面では測深線方向は概ね南北方向とし、側線間隔は10mで深浅測量を行った。

なお、音波は水の密度により変化するため、各地点で音速度測定器を使用し直接測定した値を用いて水中音速度を補正した。

#### 【①山下公園海域】



#### 【②臨港パーク前面】

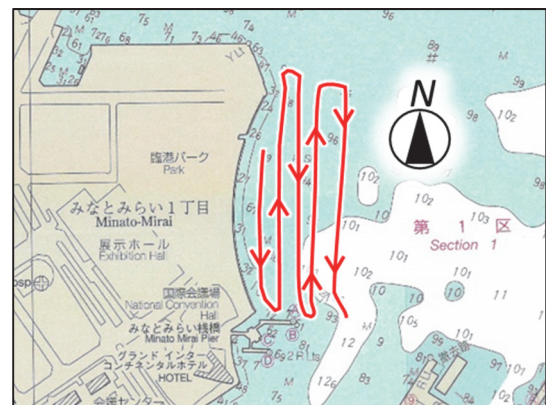


図5 航跡図

### 2-2-3 解析

得られた水深データはソナーデータマッピングソフト（SonarWiz7, Chesapeake Technology 社）により解析を行うことで当該水域の海底地形を可視化した。



### 3. 深浅測量調査結果

#### 3-1 山下公園前海域

山下公園前海域の深浅測量の解析結果を図6に示す。  
山下公園前海域の水深は0~13.3m程度で、岸壁から氷川丸の先端あたりまでの範囲においては、起伏に富んだ凹凸の激しい海底地形を有していることが確認できた。

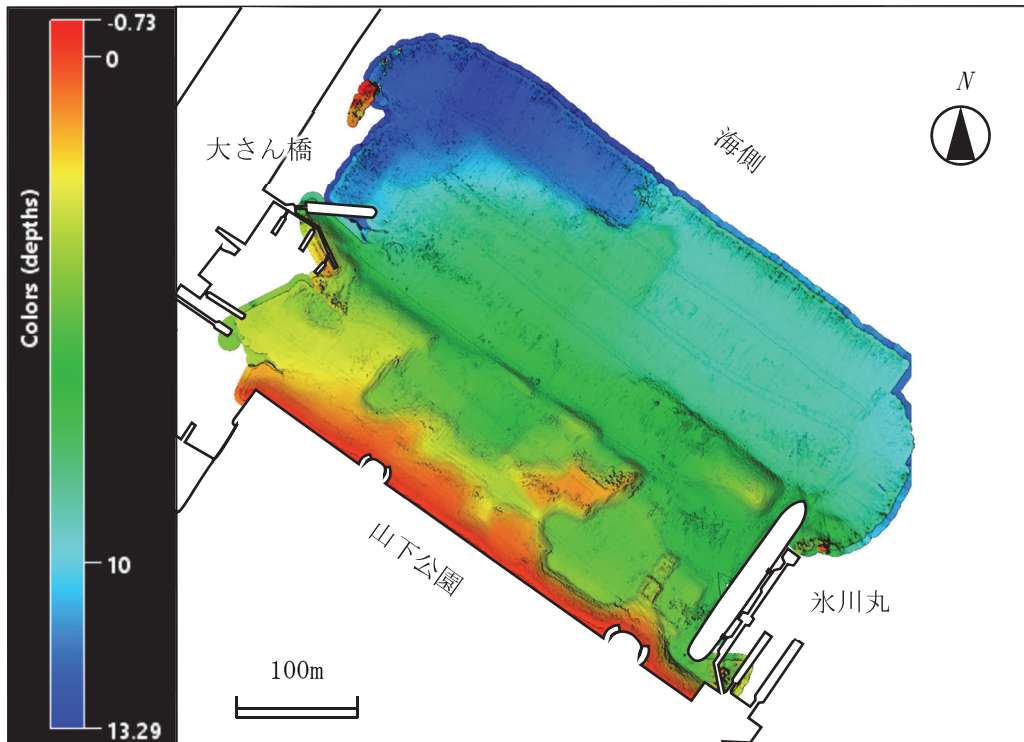


図6 山下公園前海域の深浅測量の解析結果

#### 3-2 臨港パーク前面

臨港パーク前面の深浅測量の解析結果を図7に示す。  
臨港パーク前面の水深は0~10.8m程度で、階段状の護岸の後はすぐに10m程度の水深になる鉛直護岸であることが分かった。また、潮入りの池の護岸付近の海底は周囲と比べて6m程度浅くなっていることが確認された。これは2019年11月に国土交通省関東地方整備局が浅場造成を行ったものが、造成して1年間以上経過し今も残っていたものが確認された。

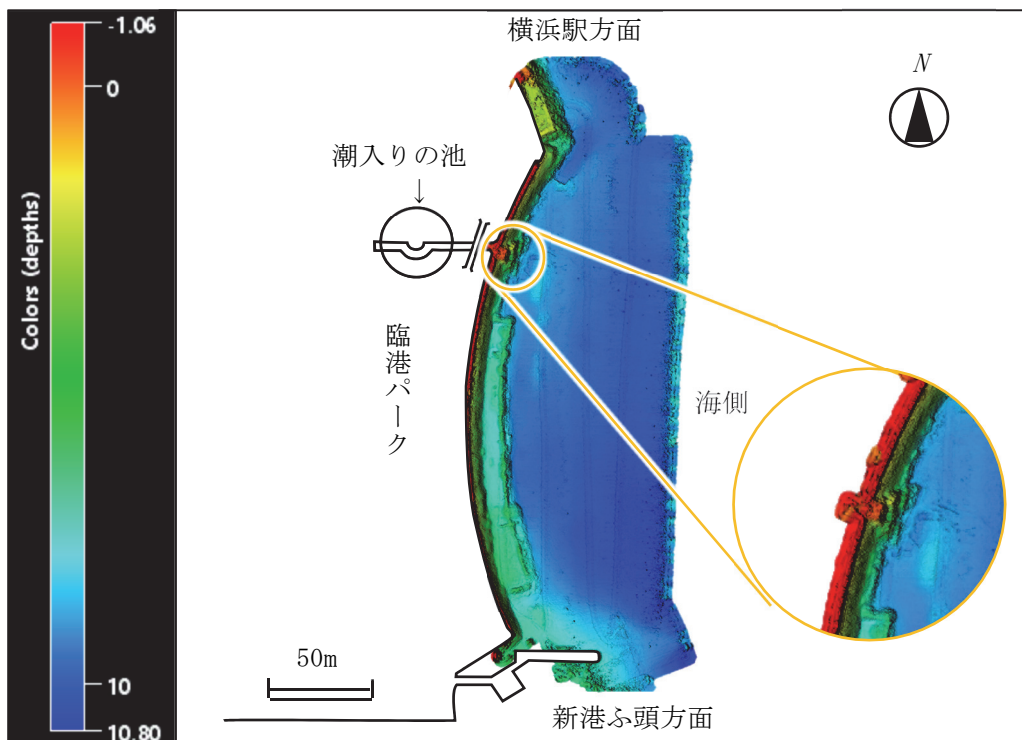


図7 臨港パーク前面の深浅測量の解析結果

#### 4. 造成浅場の生物生息場機能の評価

##### 4-1 山下公園前海域の実験概要

2013年10月から2018年3月までの期間で横浜市とJFEスチール株式会社は共同研究により、鉄鋼スラグ製品を使用し、水深3.0m程度の浅場造成を行い、生物付着基盤（生きものすみか・逃げ場など）を配置することによる生息環境の改善効果について検証を行った。浅場造成のイメージ図を図8に、造成に用いた素材を表2に示す。

##### 4-2 生物相について

調査結果について、試験区Aの確認種類数の変遷を図9に、生物の被度の変遷を図10に、対照区Aの確認種類数を図11に示す。

生物相調査は、各スラグ製品に付着した生物及び蟄集した底生生物、魚類等について、潜水士による目視観察調査、生物採取、水中写真撮影及び映像撮影を行っている。付着生物、移動性生物及び藻類について、試験区の各観察位置に、1m<sup>2</sup>コドラートを設置し、コドラート内を4分割し0.25m<sup>2</sup>コドラート毎に出現種の被度もしくは個体数を目視観察し、記録した(図12)。

試験区Aは確認種類数と被度ともに設置後はすぐに増傾向にあった。確認種類数においては夏季に貧酸素が原因と推測される減少が見られるが、その後回復する傾向にあった。また、水質浄化に寄与する濾過性生物の二枚貝（軟体動物門）やホヤ（原索動物門）も確認されている。

浅場造成を行う前の試験区Aとはほぼ同じような水深帯の対象区Aの結果を見ると確認種類数が増えている様子がほとんど見られなかったことから、水深が5~6m程度の場所において浅場造成を行うことで生物が増え、定着していくことを確認した。

付表1から付表2に平成25年度から令和元年度までに生物相調査(目視観察)によって確認された種の一覧を、付表3から付表6に試験区Aにおける付着生物の変遷(写真)を示す。写真を見ると今回の実験で使用した各生物付着基盤の生物のつき方について、どの基盤材であっても同じ種類の生物が付着しており、素材の違いによる差異は確認されなかった。

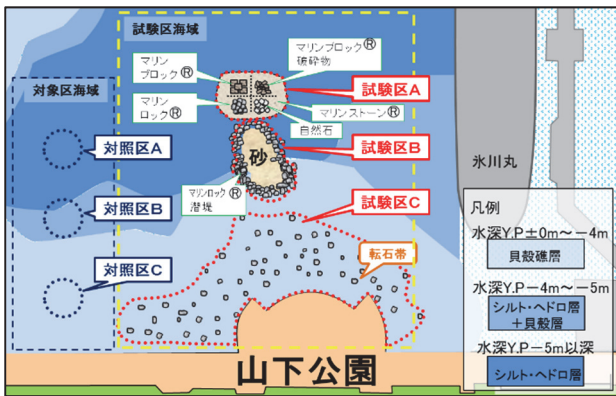


図8 浅場造成イメージ図

表2 浅場造成に使用した鉄鋼スラグ製品

製品名	鉄鋼スラグの炭酸固化体 (マリプロック®)	鉄鋼スラグの水和固化体 (マリストーン®)	鉄鋼スラグの粒度等を調整 (マリストーン®)	自然石	山砂	
形状	ブロック状	破砕物(岩石状)	岩石状	砂利状	自然石	山砂
寸法	1m×1m×0.5m	φ100mm~	φ100mm~	φ30mm~80mm	φ100mm~	中央粒径0.3mm以上
比重	2.0~2.4	2.0~2.4	2.4~2.6	2.0~		
期待される効果	生物付着基盤、藻場形成、貝類等着生		被覆石、底質改善	生物付着基盤	覆砂材	
生態系の健全化(生物多様性の向上)⇒水質浄化、生物による炭素固定等						

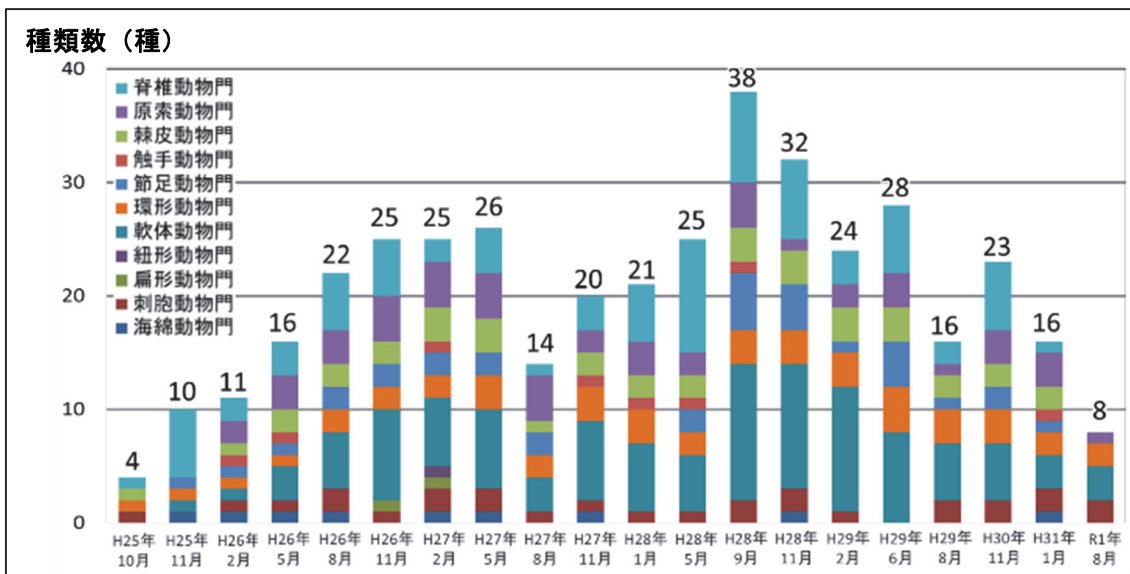


図9 試験区Aの確認種類数



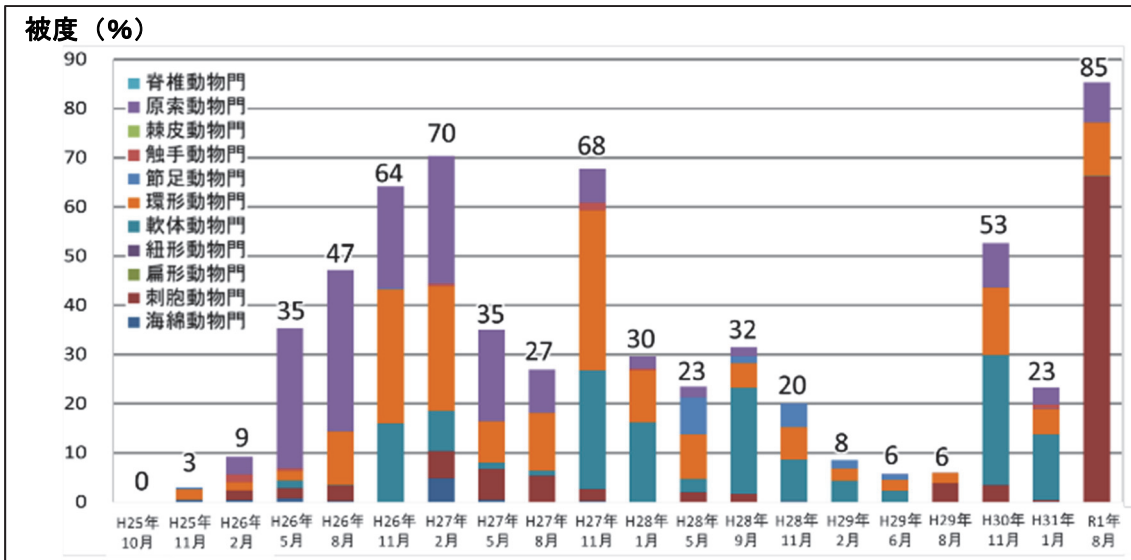


図10 試験区Aの生物の被度

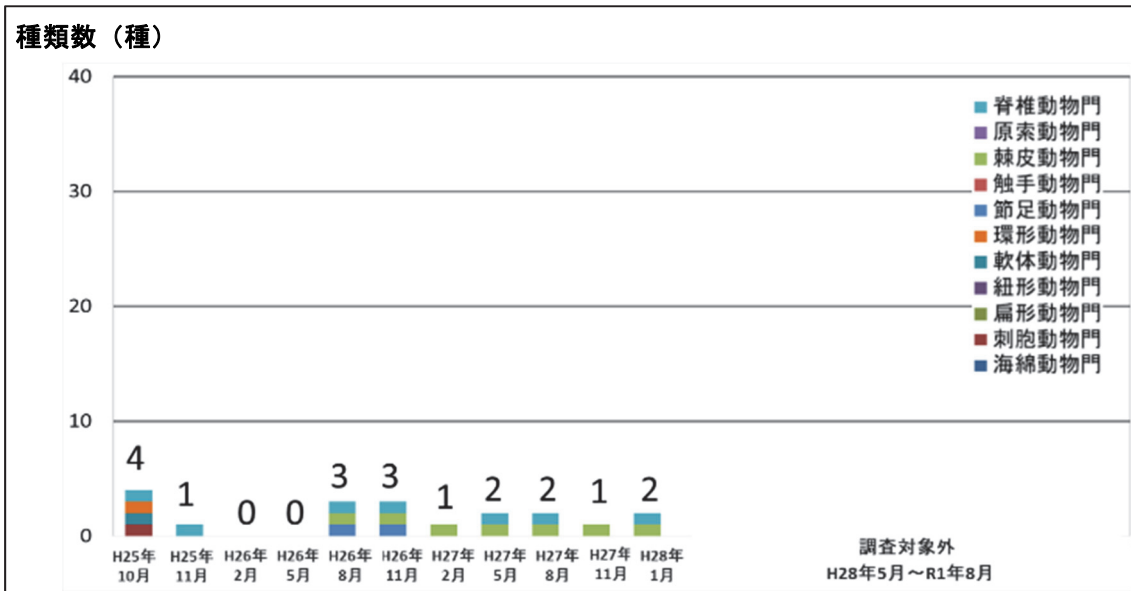


図11 対照区Aの確認種類数

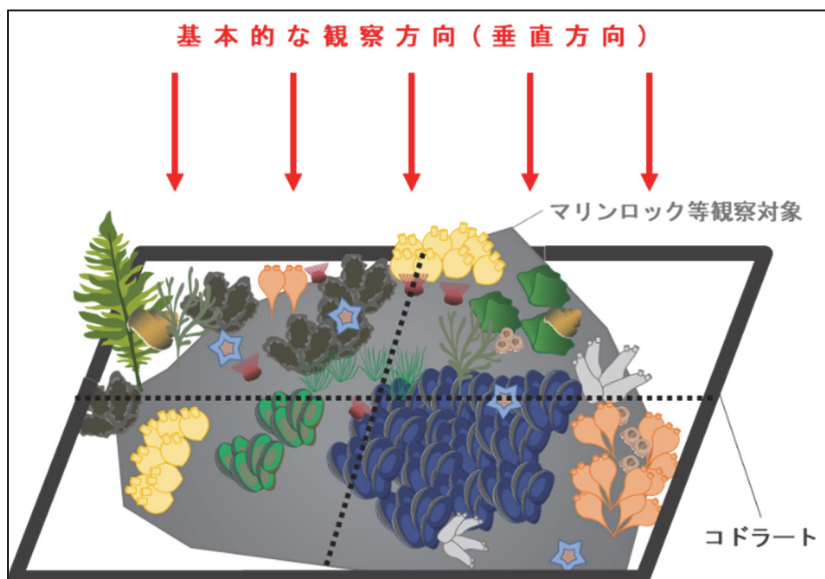


図12 付着生物観察・記録の調査イメージ

### 4-3 海底の起伏について

2018年度からは生物生息空間の遷移状態及び浅場の崩れがないかなどを潜水士の目視観察によりモニタリングしている。

浅場造成時の生物付着基盤の配置イメージを図13に、今回の深浅測量で得られた実験エリアの周辺の解析図を図14に示す。試験区Aの素材が異なる4種類のエリアや試験区Bの砂場部分の潜堤は当初設計した通りの形が維持されていることを確認した。

山下公園前海域は河川水の流入が無く、大さん橋ふ頭と山下ふ頭に挟まれた内湾のような場所になっているため、潮流よりも風の影響のほうが大きい、静穏な環境であることが分かっている<sup>6)</sup>。そのため、共同研究で造成した浅場が8年の歳月を経てもなお、ほとんど形を変えることなく残っていた。

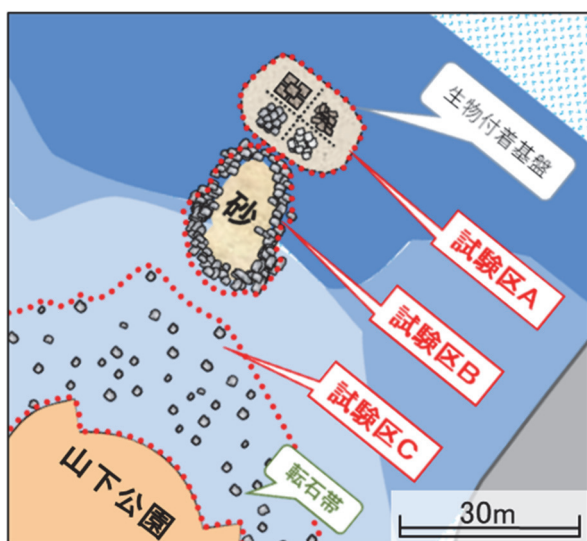


図13 浅場造成時の基盤の配置イメージ

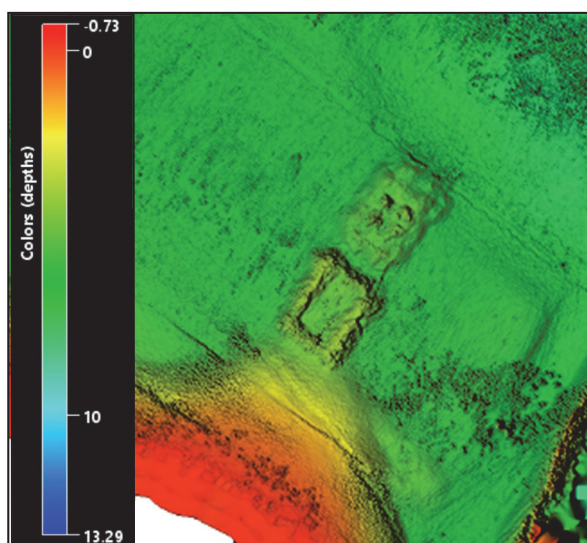


図14 山下公園前実験海域（解析結果）

### 5. おわりに

今回の調査結果により山下公園前海域の浅場造成後の海中の様子を可視化することができ、従来の潜水士の目視による調査に比べ造成浅場の全体像がはっきりと見て取れた。山下公園前海域はもともと潮流の影響が少なく、緩やかに深くなっていく地形の場所に浅場造成することにより、ほぼ崩れることなく生物生息場として正常に8年間機能していることを確認した。

また、臨港パーク前面付近の地盤情報の状況を横浜市行政地図情報システムの地盤View<sup>7)</sup>では土質が軟弱な地盤であることがわかる。また鉛直護岸で水深が一様に深い場所に浅場を造成するには、海域全面を浅くした場合の基盤材の流出防止用潜堤の設置や水深、基盤の積み方など起伏に富んだ多様な環境の造成や浅場全体が崩れにくい構造を考慮する必要があると考えられた。

得られた結果は『横浜市山下公園型の浅場造成事例』として、横浜港をはじめ、東京湾沿岸域の環境修復を行うための基礎資料として活用していく。

### 謝辞

本調査にあたり、東京都環境科学研究所及びその関係者の皆様に調査のための艦装、解析等のご協力をいただきました。また、横浜市港湾局保全管理課（現水域管理課）の職員には港務艇をお借りし、現地調査に同行いただいたことで調査することができました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

### 文献

- 1) 横浜市環境科学研究所：平成20年度山下公園前海域等における水質浄化実験業務委託（海域の部分浄化実験）報告書、165pp（2009）
- 2) 横浜市環境科学研究所：平成21年度きれいな海づくり事業（山下公園前海域における水質浄化実験）報告書、136pp（2010）
- 3) 浦垣直子、市川竜也、堀美智子、山下理絵、松本剛、小山田久美、宮田康人：生物付着基盤の設置による生物生息環境の改善手法について（第1報）、横浜市環境科学研究所報、40、30-34（2016）
- 4) 堀美智子、市川竜也、浦垣直子、松本剛、宮田康人：生物付着基盤の設置による生物生息環境の改善手法について（第2報）、横浜市環境科学研究所報、41、55-59（2017）
- 5) 一般社団法人 海洋調査協会：海洋調査技術マニュアル深浅測量編、161pp（2015）
- 6) 上原直子、小市佳延、村岡麻衣子、七里浩志、川田攻、阿久津卓、渾川直子、内藤純一郎：山下公園前海域における生物生息空間の検討、横浜市環境科学研究所報、37、54-58（2013）
- 7) 横浜市：横浜市行政地図情報提供システム、<https://www.city.yokohama.lg.jp/yokohama/Portal>（2021年6月時点）



付表1 生物相調査(目視観察)確認種一覧(1/2)

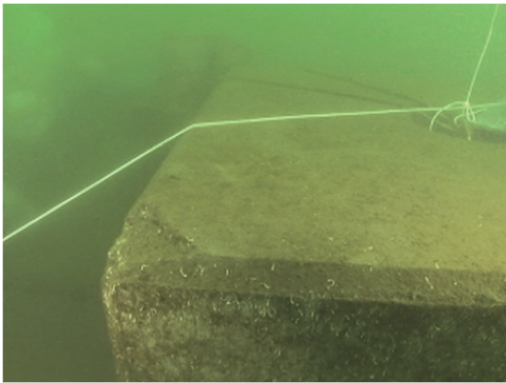
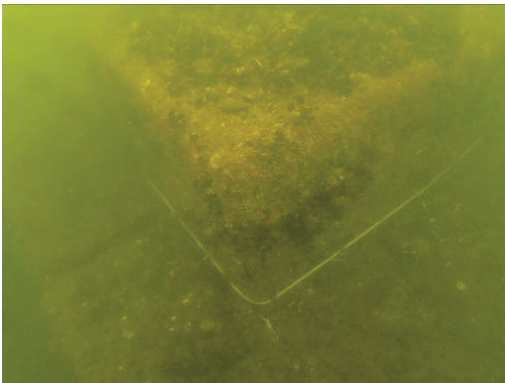
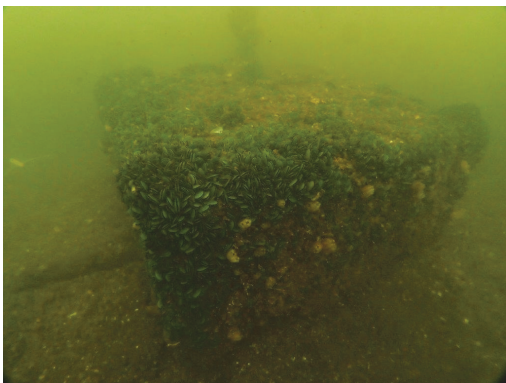

No.	門	綱	目	科	学名	和名		
1	緑色植物	緑藻	アオサ	アオサ	<i>Enteromorpha</i> sp.	アオリ属		
2					<i>Ulva</i> sp.	アオサ属		
3			シオグサ	シオグサ	<i>Cladophora</i> sp.	シオグサ属		
4			ミル	ミル	<i>Codium fragile</i>	ミル		
5			ハネモ	ハネモ	<i>Bryopsis</i> sp.	ハネモ属		
6	黄色植物	褐藻	コンブ	チガイソ	<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ		
7		珪藻	-	-	BACILLARIOPHYCEAE	珪藻綱		
8	紅色植物	紅藻	ウシケリ	ウシケリ	<i>Pyropia</i> sp.	アマリ属		
9			テングサ	テングサ	Gelidiaceae	テングサ科		
10			サンゴモ	サンゴモ	Corallinaceae	サンゴモ科(無節サンゴモ)		
11			スギノリ	スギノリ	<i>Chondracanthus intermedius</i>	カイノリ		
12				ムカデノリ	Halymeniaceae	ムカデノリ科		
13				オキツノリ	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	オキツノリ		
14				イワノカワ	<i>Peyssonnelia japonica</i>	カイノカワ		
					Peyssonneliaceae	イワノカワ科		
15				ベニスナゴ	<i>Schizymenia dubyi</i>	ベニスナゴ		
16				イギス	イギス	Ceramiaceae	イギス科	
17					-	CERAMIALES	イギス目(微小紅藻類)	
18					フジマツモ	<i>Polysiphonia</i> sp.	イトグサ属	
19			藍色植物	藍藻	-	-	CYANOPHYCEAE	藍藻綱
20			海綿動物	-	-	-	PORIFERA	海綿動物門
21	刺胞動物	ヒドロムシ	-	-	HYDROZOA	ヒドロムシ綱		
22		花虫	イソギンチャク	タテジマイソギンチャク	<i>Haliplanella lineata</i>	タテジマイソギンチャク		
					Actiniaria	イソギンチャク目		
23		ハナギンチャク	ハナギンチャク	<i>Cerianthus filiformis</i>	ムラサキハナギンチャク			
24	扁形動物	渦虫	ヒラムシ	-	Polycladida	ヒラムシ目		
25	紐形動物	無針	クリゲヒモムシ	-	Palaeonemertea	クリゲヒモムシ目		
26	軟体動物	ヒザラガイ	ヒザラガイ	クサズリガイ	<i>Acanthopleura japonica</i>	ヒザラガイ		
27			巻貝	オキナエビス	ニシキウズガイ	<i>Omphalius rusticus</i>	コシダカガンガラ	
28					ニナ	カリバガサガイ	<i>Crepidula onyx</i>	シマメノウフネガイ
29					バイ	アクキガイ	<i>Ergalatax contractus</i>	ヒメヨウラクガイ
30							<i>Reishia bronni</i>	レイシガイ
31							<i>Reishia clavigera</i>	イボニシ
32							<i>Rapana venosa venosa</i>	アカニシ(卵塊含む)
33						タモトガイ	<i>Mitrella bicincta</i>	ムギガイ
							Pyrenidae	タモトガイ科
34						オリイレヨフバイ	<i>Reticunassa festiva</i>	アラムシロガイ
35			アメフラシ	アメフラシ	<i>Bursatella leachii</i>	トゲアメフラシ		
36		二枚貝	フネガイ	フネガイ	フネガイ	<i>Arca boucardi</i>	コバルトフネガイ	
37						<i>Barbatia virescens obtusoides</i>	カリガネエガイ	
38						<i>Scapharca subcrenata</i>	サルボウガイ	
39			イガイ	イガイ		<i>Musculista senhousia</i>	ホトギスガイ	
40							<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ
41							<i>Perna viridis</i>	ミドリイガイ
42					ウグイスガイ	ナミマガシワガイ	<i>Anomia chinensis</i>	ナミマガシワガイ
43						イタボガキ	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ
44		マルスダレガイ	ニッコウガイ	<i>Macoma incongrua</i>	ヒメシラトリガイ			
45			バカガイ	<i>Raeta pulchellus</i>	チヨノハナガイ			
46			マルスダレガイ	<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ			
47		腹足	ウミウシ	ヒダミノウミウシ	<i>Fiona pinnata</i>	ヒダミノウミウシ		
48				フジタウミウシ	<i>Polycera hedgpethi</i>	クロソデウミウシ		
49				クロシタナシウミウシ	<i>Dendrodoris arborescens</i>	クロシタナシウミウシ		
				-	Nudibranchia	ウミウシ目		
50	環形動物	ゴカイ	スピオ	ミズヒキゴカイ	<i>Cirriformia tentaculata</i>	ミズヒキゴカイ		
						Cirratulidae	ミズヒキゴカイ科	
51			ケヤリ	ケヤリムシ	Sabellidae	ケヤリムシ科		
52				カンザシゴカイ	Serpulidae	カンザシゴカイ科		
53				サンバゴカイ	ウロコムシ	<i>Lepidonotus helotypus</i>	サンハチウロコムシ	

付表2 生物相調査(目視観察)確認種一覧(2/2)


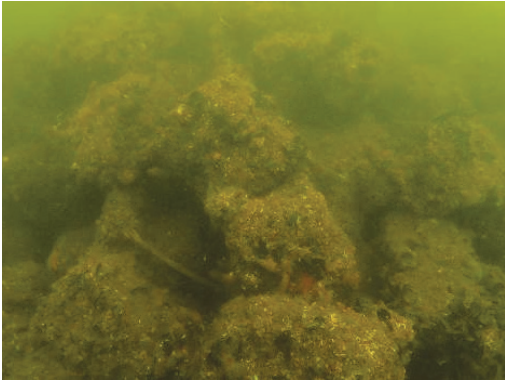
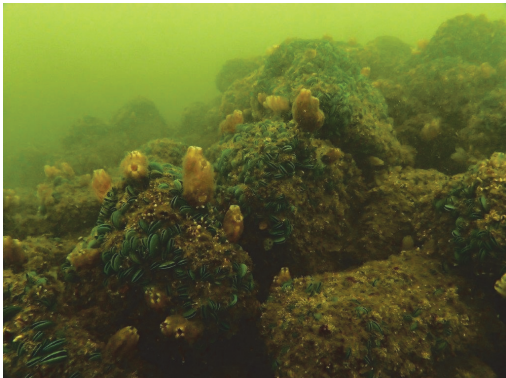

No.	門	綱	目	科	学名	和名			
54	節足動物	甲殻	エビ	ガザミ	<i>Charybdis japonica</i>	イシガニ			
55					<i>Portunus pelagicus</i>	タイワンガザミ			
56					クモガニ	<i>Pyromaia tuberculata</i>	イッカククモガニ		
57						<i>Tiarinia cornigera</i>	イソクズガニ		
58					イワガニ	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	タカノケフサイソガニ		
						Grapsidae	イワガニ科		
59					オウギガニ	Xanthidae	オウギガニ科		
60					テナガエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガスジエビ		
61					ヤドカリ	Diogenidae	ヤドカリ科		
62					ホンヤドカリ	Paguridae	ホンヤドカリ科		
					-	Decapoda	エビ目(ヤドカリ類)		
63					顎脚	フジツボ	フジツボ	<i>Balanus eburneus</i>	アメリカフジツボ
64								<i>Balanus improvisus</i>	ヨーロッパフジツボ
65								<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ
								<i>Balanus</i> sp.	バラヌス属
66	触手動物	コケムシ	-	-	BRYOZOA	コケムシ綱			
67	筍虫動物	-	-	-	<i>Phoronis</i> sp.	Phoronis属			
68	棘皮動物	ヒトデ	ヒメヒトデ	イトマキヒトデ	<i>Asterina pectinifera</i>	イトマキヒトデ			
69			キヒトデ	キヒトデ	<i>Asterias amurensis</i>	キヒトデ			
70		クモヒトデ	-	-	OPHIUROIDEA	クモヒトデ綱			
71		樹手	樹手	キンコ	Cucumariidae	キンコ科			
72		ナマコ	マナマコ	シクナマコ	<i>Apostichopus japonicus</i>	マナマコ			
73		ウニ	ホンウニ	サンショウウニ	<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	サンショウウニ			
74		原索動物	ホヤ	ヒメボヤ	ユウレイボヤ	<i>Ciona intestinalis</i>	カタユウレイボヤ		
75				マボヤ	シロボヤ	<i>Styela clava</i>	エボヤ		
76					<i>Styela plicata</i>	シロボヤ			
77					フクロボヤ	<i>Molgula manhattensis</i>	マンハッタンボヤ		
78					-	Urochordata	群体性ボヤ		
					-	Ascidiacea	ホヤ亜綱		
79	脊椎動物	軟骨魚	エイ	アカエイ	<i>Gymnura japonica</i>	ツバクロエイ			
80			硬骨魚	スズキ	メジナ	<i>Girella punctata</i>	メジナ		
81					ウミダナゴ	<i>Ditrema temmincki pacificum</i>	マタナゴ		
82					タイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	クロダイ		
83					イシダイ	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	イシダイ		
84					ペラ	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	キュウセン		
85					ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	ボラ		
86					ハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ		
87						<i>Acentrogobius pflaumi</i>	スジハゼ		
						<i>Acentrogobius</i> sp.	キララハゼ属		
88						<i>Chasmichthys gulosus</i>	ドロメ		
89						<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	ニクハゼ		
						<i>Chaenogobius</i> sp.	ウキゴリ属		
90						<i>Sagamia geneionema</i>	サビハゼ		
91						<i>Tridentiger bifasciatus</i>	シモフリシマハゼ		
92						<i>Tridentiger brevispinis</i>	ヌマチチブ		
93						<i>Tridentiger obscurus</i>	チチブ		
94						<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	アカオビシマハゼ		
					<i>Tridentiger</i> sp.	チチブ属			
					Gobiidae	ハゼ科			
95					ネズツボ	<i>Inegocia guttaata</i>	ワニゴチ		
						Callionymidae	ネズツボ科		
96					イソギンボ	<i>Omobranchus punctatus</i>	イダテンギンボ		
97						<i>Petroscirtes breviceps</i>	ニジギンボ		
98					タウエガジ	<i>Dictyosoma burgeri</i>	ダイナンギンボ		
99					フグ	フグ	<i>Takifugu niphobles</i>	クサフグ	
100						カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	カワハギ	
101	カサゴ	アイナメ			<i>Hexagrammos otakii</i>	アイナメ			
102		フサカサゴ	<i>Sebastes</i> sp.	メバル属					
計	16門	27綱	48目	84科		102種			



付表3 試験区Aにおける付着生物の変遷(マリنبロック)

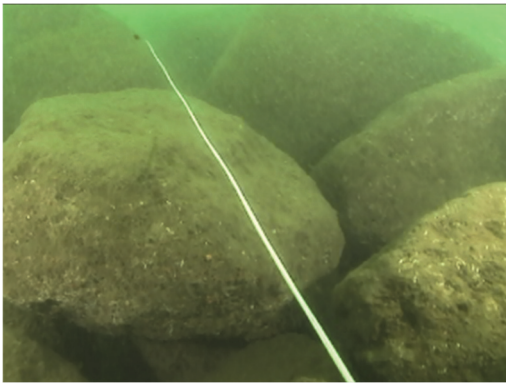
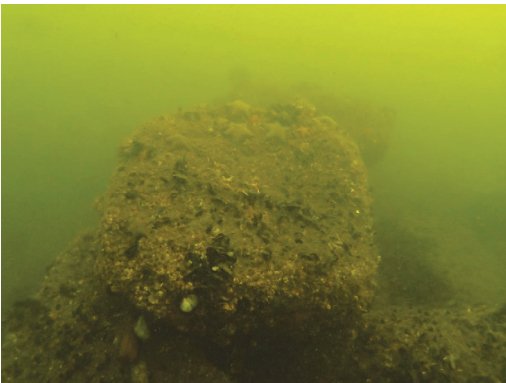
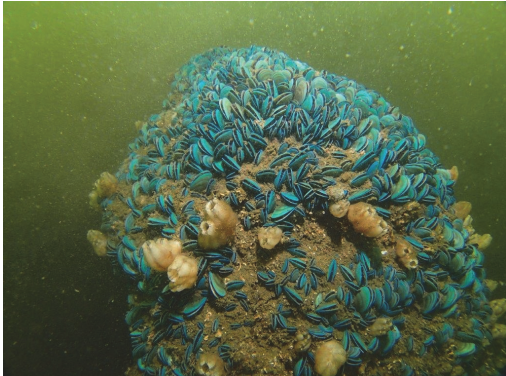
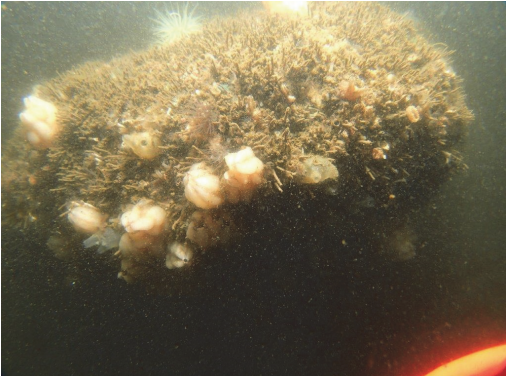
平成 25 年 11 月 (造成直後)	平成 28 年 夏季調査
	
平成 30 年 夏季調査	令和元年 夏季調査
	

付表4 試験区Aにおける付着生物の変遷(マリنبロック破砕物)


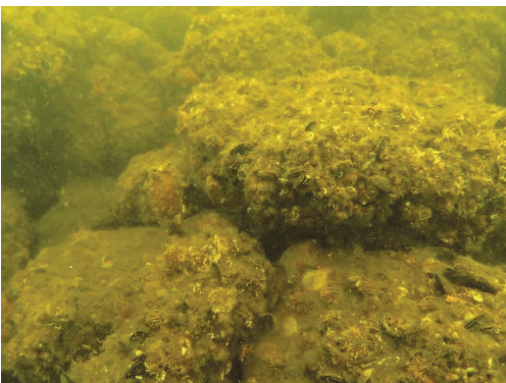
平成 25 年 11 月 (造成直後)	平成 28 年 夏季調査
	
平成 30 年 夏季調査	令和元年 夏季調査
	



付表5 試験区 A における付着生物の変遷(マリンロック)

平成 25 年 11 月 (造成直後)	平成 28 年 夏季調査
	
平成 30 年 夏季調査	令和元年 夏季調査
	

付表6 試験区 A における付着生物の変遷(自然石)

平成 25 年 11 月 (造成直後)	平成 28 年 夏季調査
	
平成 30 年 夏季調査	令和元年 夏季調査
