

平成 22 年度三番瀬再生実現化試験事業（干潟的環境形成試験）の実施結果について

目次

1. 調査の概要	1
2. 調査結果	2
2.1 試験区の地形変化の状況	2
(1) 試験区の設置状況	2
(2) 試験区の時間経過による変化の様子	2
(3) 地盤高調査	3
(4) 波浪調査の結果と地形変化の関係	4
(5) 底質の変化状況	5
2.2 生物調査の結果	6
(1) 目視調査結果	6
(2) 採捕調査結果	7
2.3 水質等の調査結果	8
(1) 調査時の水質等	8
(2) 青潮の発生について	8
3. 調査結果のまとめと課題	8
3.1 調査結果から確認されたこと	8
(1) 地形の変化	8
(2) 底質の変化	8
(3) 生物の加入	8
3.2 今後の課題	8
(1) 変化傾向の把握	8
(2) 試験区の拡大	8

1. 調査の概要

試験区等の設置状況及び調査のスケジュールを以下に示す。

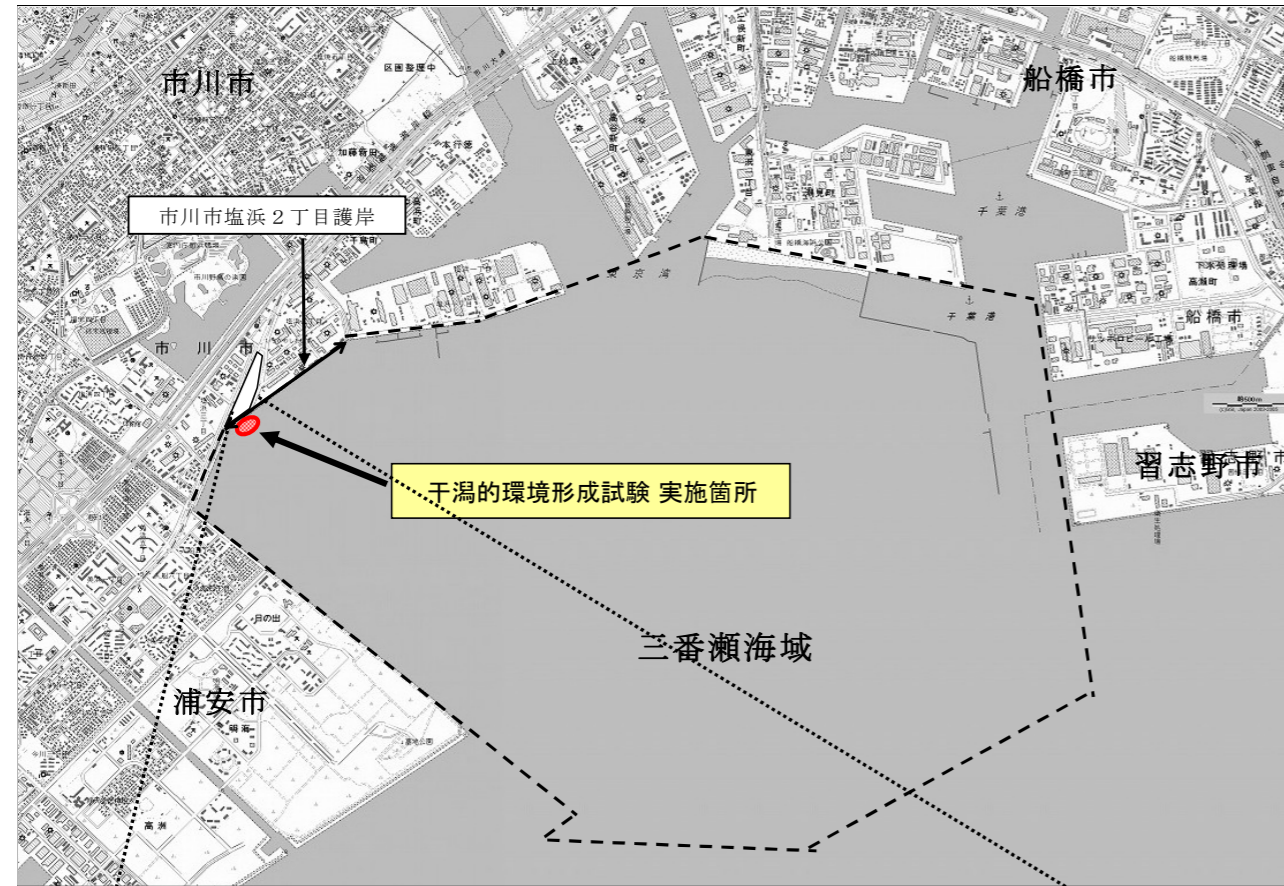
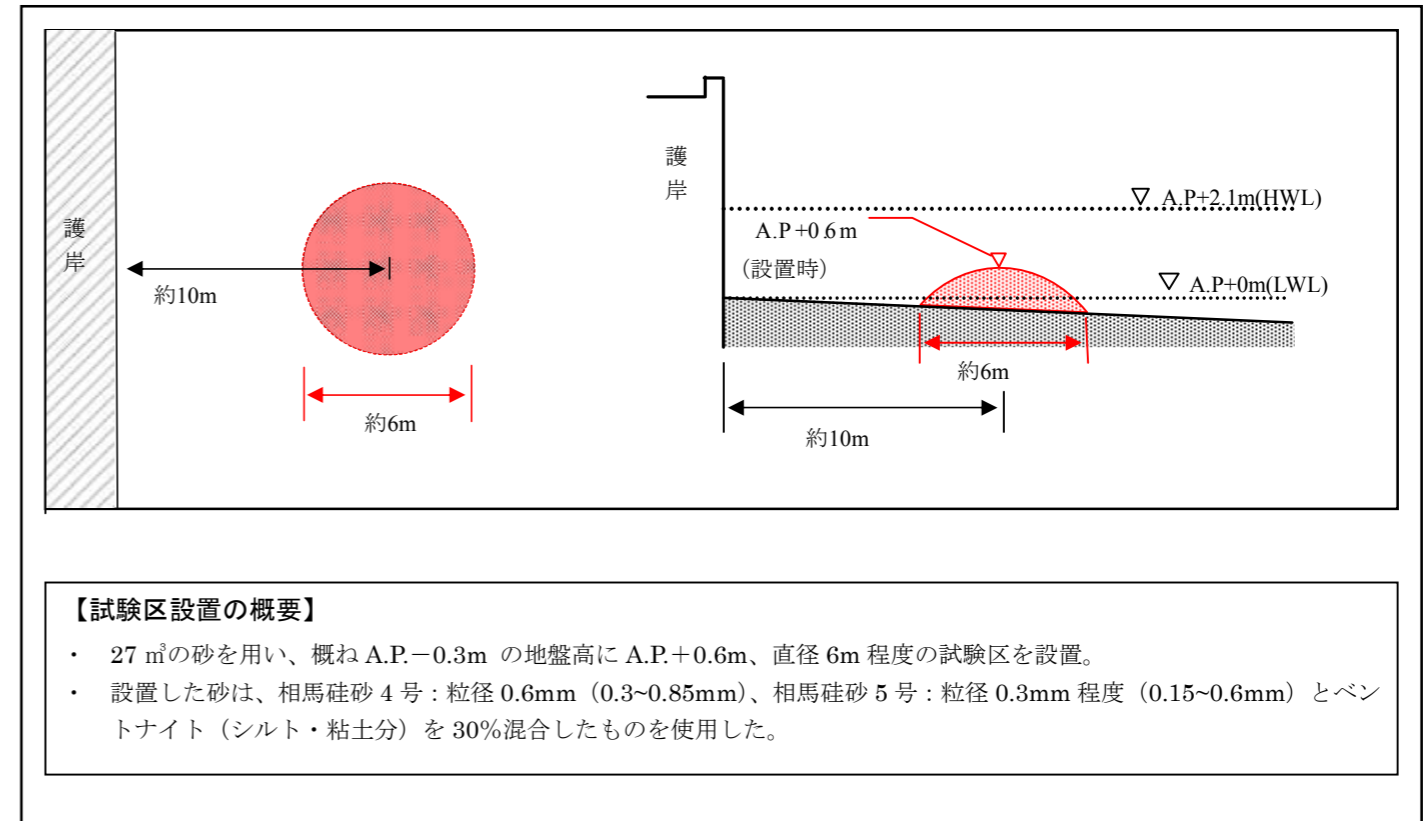


図 1 実施箇所図



【試験区設置の概要】

- ・ 27 m³の砂を用い、概ね A.P.-0.3m の地盤高に A.P.+0.6m、直径 6m 程度の試験区を設置。
- ・ 設置した砂は、相馬砂 4号：粒径 0.6mm (0.3~0.85mm)、相馬砂 5号：粒径 0.3mm 程度 (0.15~0.6mm) とベントナイト（シルト・粘土分）を 30%混合したものを使用した。

図 3 試験区の設置概要

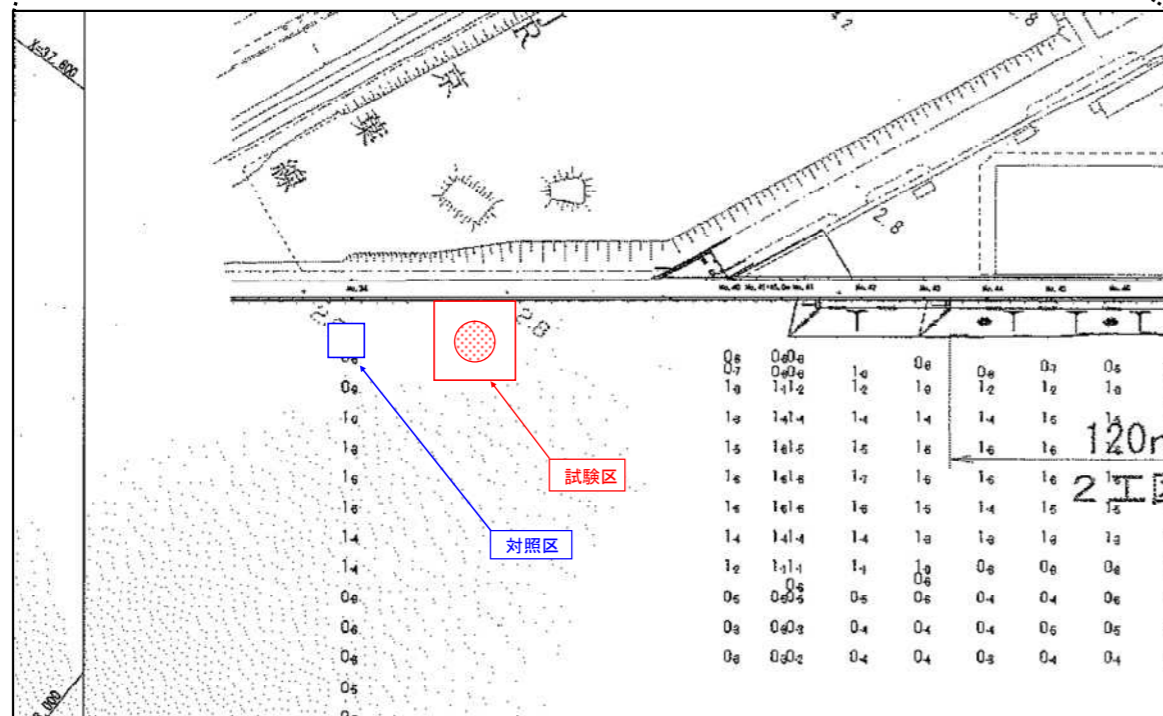


図 2 試験区及び対象区 設置位置図

調査項目	調査地点数	調査回数 (年度内)	調査頻度										備考		
			開始時 (8/26)	1日後 (8/27)	3日後 (8/29)	7日後 (9/2)	10日後 (9/5)	2週間後 (9/10)	1か月後 (9/22)	2か月後 (10/22)	6か月後 (2/22)				
試験区 物理的項目	地盤高	157地点	6回	○	○		○		○	○	○	○	中心測線のみ	20m×20m:2mメッシュ 内10m×10m:1mメッシュ	
	波浪調査	石膏球	5地点	2回	○	●	○	○							設置後3日間に石膏球を回収
		波高計	1地点	1回	○	●	○	○							波高計による連続観測
	底質	4地点	3回	○						○	○			採泥は底生生物調査にも利用	
試験区 生物的項目	目視調査	1地点	3回	○						○	○	○		コードラート (1m×1m)	
	採泥調査 アサリ等	3地点 (1検体)	4回	○						○	○	○		試験区内3地点 アサリ、バカガイ、ホンビノス、 ゴカイ類	
対照区 物理的項目	地盤高	121地点	2回	○							○			10m×10m (1mメッシュ)	
	底質	3地点	2回	○							○			採泥は底生生物調査にも利用	
	目視調査	1地点	3回	○							○	○		コードラート (1m×1m)	
対照区 生物的項目	採泥調査 アサリ等	3地点 (1検体)	3回	○							○	○		アサリ、バカガイ、ホンビノス、 ゴカイ類	
	調査条件の記録			○	○	○	○	○	○	○	○	○		天気、気温、風向風力、波浪、 水質	

図 4 調査項目と調査日

2. 調査結果

2.1 試験区の地形変化の状況















(1) 試験区の設置状況

試験区の設置状況を以下に示す。8月25日に設置工事を実施。27 m³の砂を用い、護岸から10m、地盤高約 A.P.-0.3m の地点に、高さ A.P.+0.8m 程度となるように砂を投入。(その後、満ち潮により水没し、翌日の試験開始時は A.P.+0.6m 程度であった。)



(2) 試験区の時間経過による変化の様子

試験区の時間経過による変化の状況を以下に示す。投入後数日は干出時に水際線の砂が多く流出した。その後、高さ A.P.+0.2m 程度で安定している。

8月26日 (試験開始時) 地盤高=A.P.+0.6m	8月27日 (1日後) 地盤高=A.P.+0.45m	9月5日 (10日後) ※地盤高=A.P.+0.35m	9月9日 (2週間後) 地盤高=A.P.+0.25m	9月22日 (1ヵ月) 地盤高=A.P.+0.25m	10月22日 (2ヶ月後) 地盤高=A.P.+0.2m	2月22日 (6ヶ月後) 地盤高=A.P.+0.2m
						
						
干出時(11:30 潮位=A.P.+0.4m) 水際線の砂が流出する様子。	干潮時(12:00 潮位=A.P.+0.45m) 干出する様子が見えなくなる。 白い濁りは試験区の砂が流出している様子。	干潮時(9:00 潮位=A.P.+0.4m) 試験区の頂点付近がわずかに干出する程度。	干潮時(12:00 潮位=A.P.+0.3m) 干潮時にわずかに干出する程度。 試験区が楕円形に変化している様子が見えなくなる。	干潮時(10:00 潮位=A.P.+0.7m) 干潮時でも全く干出しない。	干潮時(10:45 潮位=A.P.+0.75m) 干潮時でも全く干出しない。	干潮時 (13:30 潮位=A.P.+0.17m) 干潮時にわずかに干出する程度。

※地盤高の調査は9月2日に実施しているが、小潮であったため、地盤高の状況が見えなくなる9月5日の写真を掲載している。

(3) 地盤高調査

地盤高の変化を計測し、砂の定着状況を把握した。調査は1日後、1週間後、2週間後、1ヶ月後、2ヶ月後の計6回実施した。測量した測線位置を図5に示す。また、測量の結果を各測線の横断グラフで図6に示す。これらから、以下のことがうかがえる。

- 全体的に、1ヶ月程度かけて徐々に低く、傾斜は緩く変化し、その後は比較的安定している。中心測線（No.9）を見ても、2ヶ月後と6ヶ月後で地形形状にほとんど変化はなく、安定していることがわかる。
- 中心線より東側の測線No.6,7,8では、傾斜がゆるくなるだけでなく、陸側に砂が堆積しているようにも見える。
- 中心から東西それぞれ4m離れた測線No.5,13では、いずれも大きな変化は見られず、砂の移動による影響をあまり受けていないと考えられる。
- 2ヶ月後と6ヶ月後では大きな変化はみられず、頂点部はA.P.+0.2m程度で安定している様子がうかがえる。

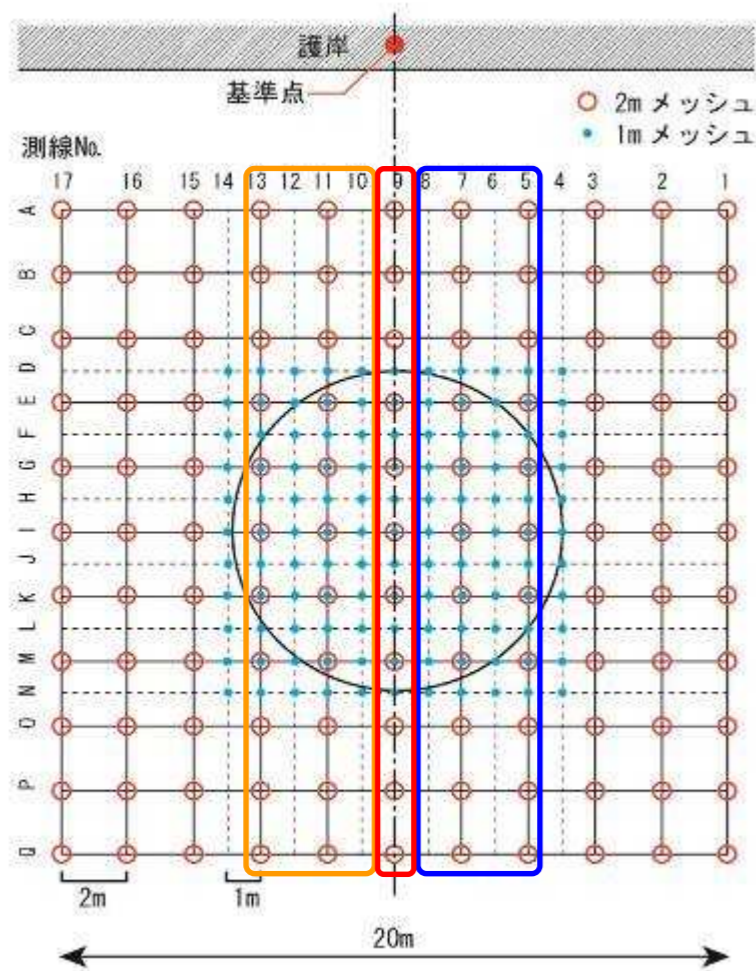
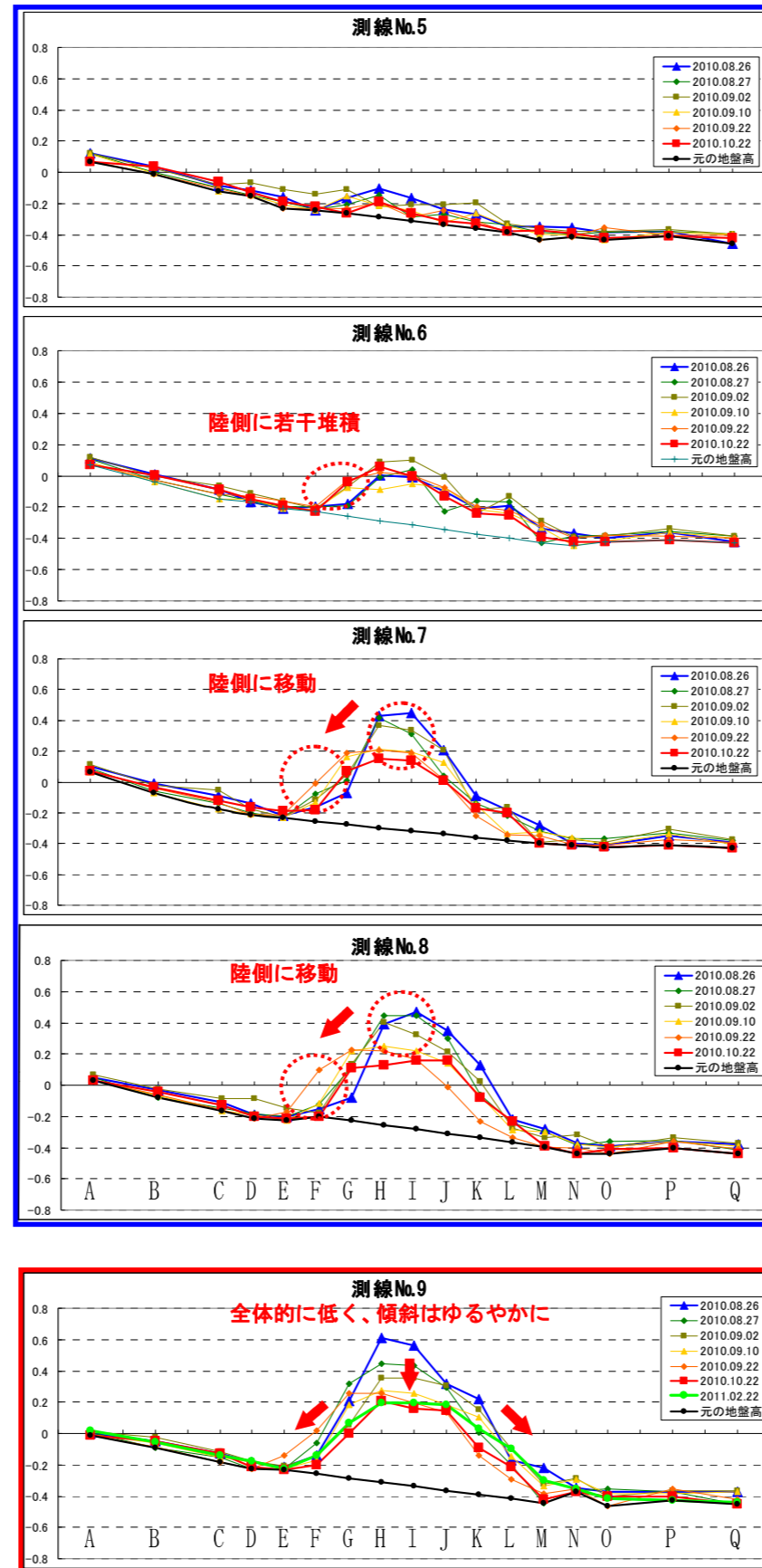


図5 各測線の位置



※2月22日は測線No.9のみ調査を実施。

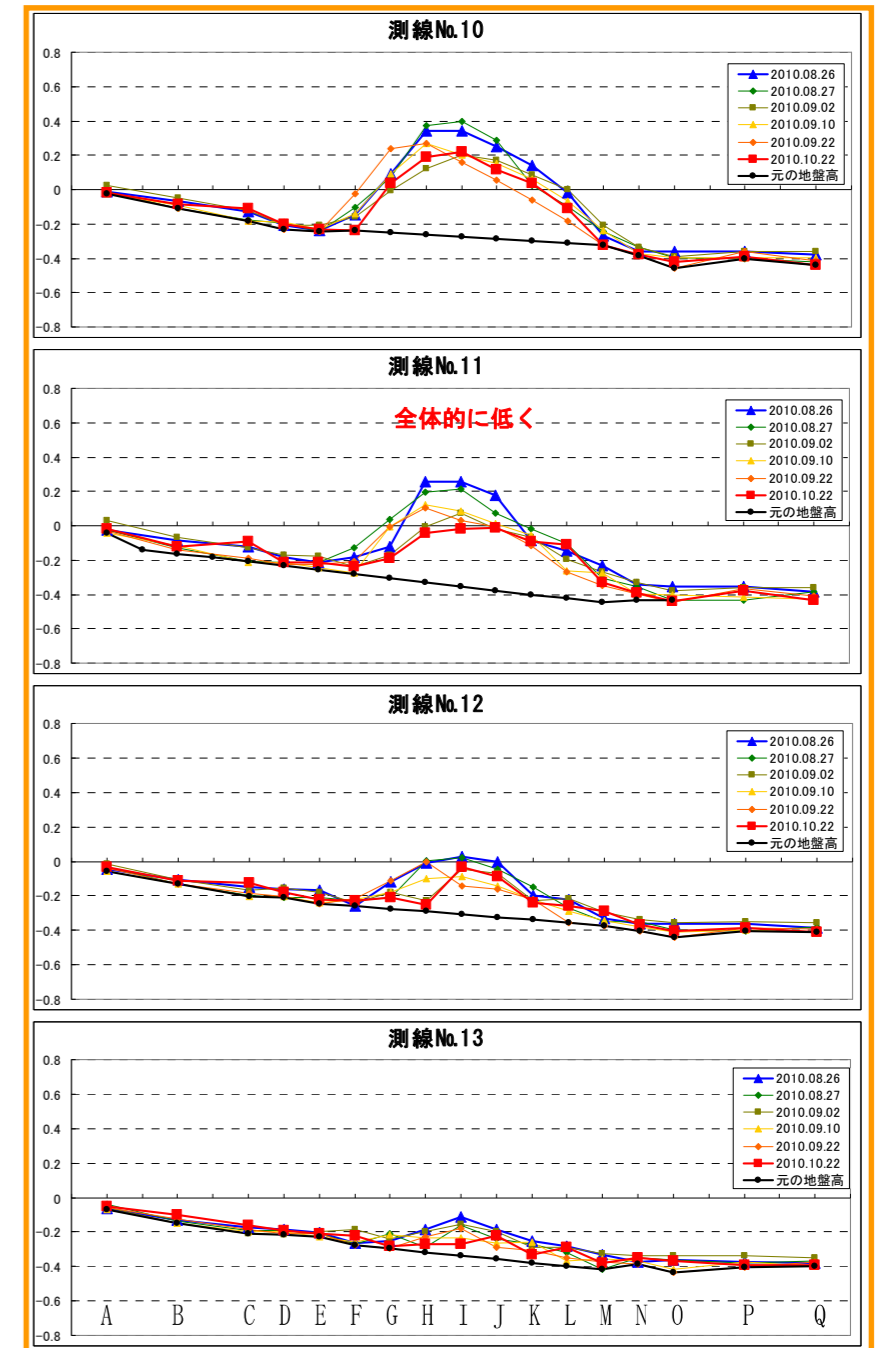


図6 各測線の断面図

※9月9日は台風接近のため、測量調査は翌日10日に行った。

(4) 波浪調査の結果と地形変化の関係

① 波高計による観測結果

護岸から沖側 50m の地点に水圧式波高計を設置し、波高、周期、流速等について 2 ヶ月間の連続観測を行った。その結果を図 7 に示す。

期間中の最大波は、有義波高 0.35m (最大波高 0.7m)、最大流速は 0.1m/s であり、いずれも 9 月 9 日に観測された。周期は 2~12 秒程度、流速 (平均水深 2.4m 程度、最干時 1.5m 程度) は平均で 0.03m/s であった。期間中は 9 月 9 日に東京湾沖を台風が通過したものの、試験区への影響は特に見られなかった。

② 石膏球による試験区周辺の波浪調査

試験区の周囲に石膏球を設置し、試験区周辺の平均流速を把握した。調査結果は表 1 に示す。

平均流速をみると、頂点部で最も大きく、試験区周辺の 4 地点 (試-1、試-2、試-3、試-4) の 2~3 倍の値を示している。このことから、水深の浅い頂点部付近では、周辺に比べて流速が 2~3 倍となり大きな外力が働くため、地形が変化しやすい環境であると考えられる。

また、波高計の観測結果 (平均流速 0.03m/s) と概ね一致している。

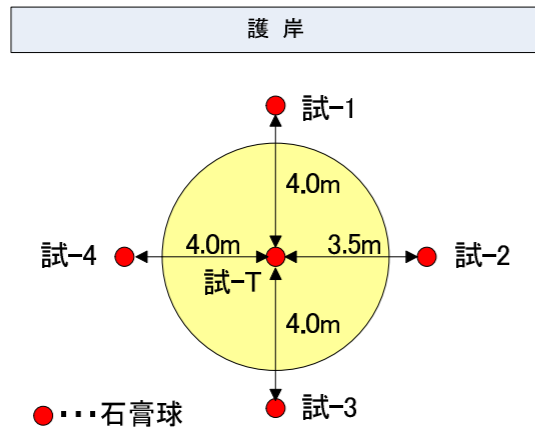


図 8 石膏球の位置

表 1 石膏球による平均流速調査の結果

	石膏球No.	位置	乾燥質量	前湿質量	後湿質量	設置日時	回収日時	干出	沈積時間	水温	時間平均流速 (m/s)
1回目	065141m	試-T	108.79	131.04	66.78	2010/08/26 14:34	2010/8/29 8:17	4:20	60時間 23分	31.0	0.17
	065143m	試-1	108.10	130.10	86.35	2010/08/26 14:27	2010/8/29 8:23	-	64時間 56分	31.0	0.07
	065144m	試-2	108.80	131.14	97.89	2010/08/26 14:32	2010/8/29 8:20	-	64時間 48分	31.0	0.03
	065142m	試-3	108.07	130.10	87.98	2010/08/26 14:30	2010/8/29 8:16	-	64時間 46分	31.0	0.06
	065145m	試-4	108.44	130.61	90.20	2010/08/26 14:28	2010/8/29 8:18	-	64時間 50分	31.0	0.06
2回目	065137m	試-T	109.40	130.73	74.25	2010/09/02 10:13	2010/9/5 9:12	-	70時間 59分	28.9	0.12
	065133m	試-1	110.07	131.28	92.21	2010/09/02 10:09	2010/9/5 9:10	-	71時間 1分	28.9	0.05
	065135m	試-2	109.77	130.52	94.38	2010/09/02 10:17	2010/9/5 9:11	-	70時間 54分	28.9	0.04
	065139m	試-3	109.89	130.35	92.52	2010/09/02 10:15	2010/9/5 9:12	-	70時間 57分	28.9	0.05
	065134m	試-4	110.61	131.72	95.46	2010/09/02 10:11	2010/9/5 9:10	-	70時間 59分	28.9	0.04

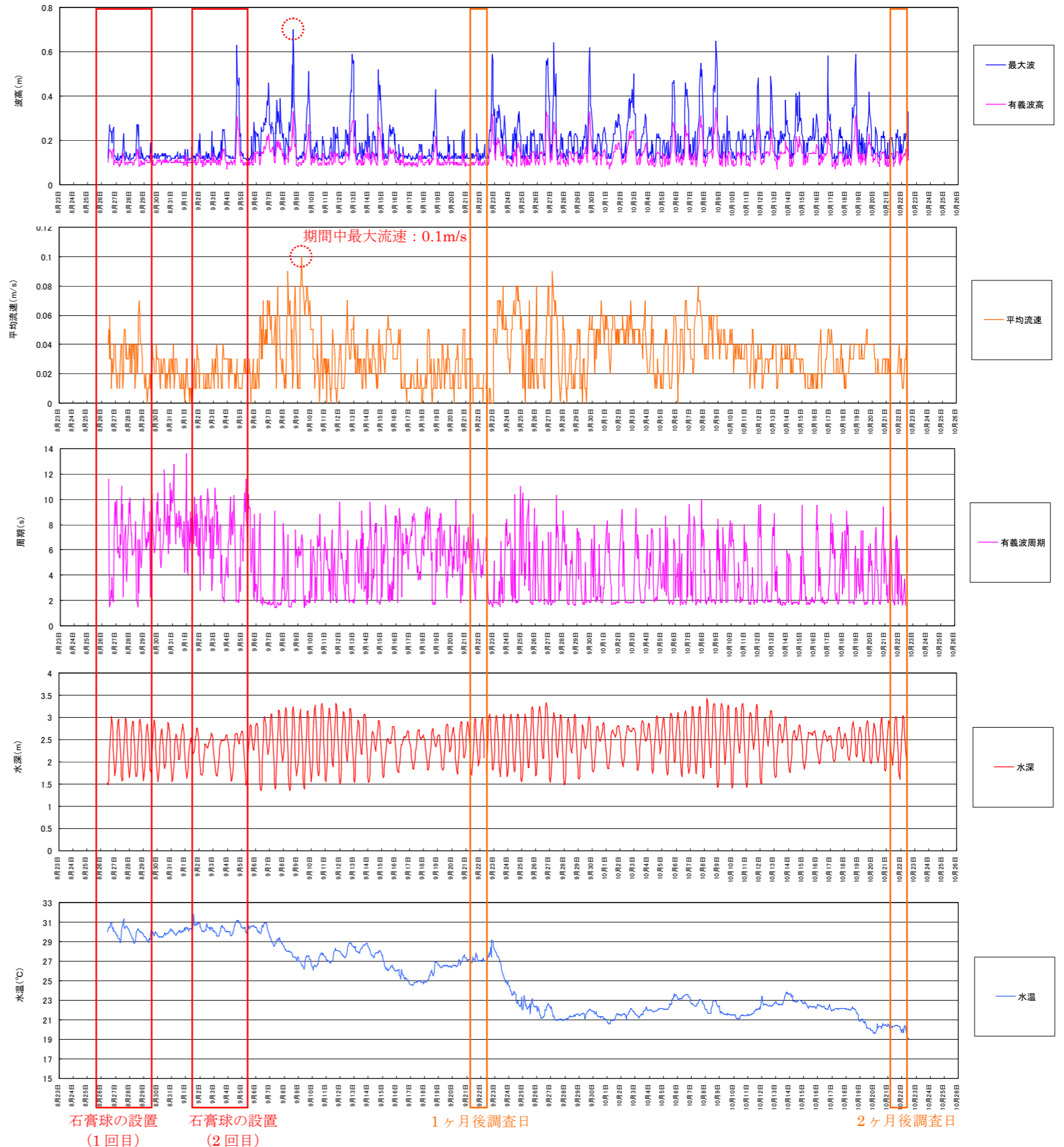


図 7 波高計による観測結果

(5) 底質の変化状況

底質調査は、試験区で試験開始時、1ヶ月後、2ヶ月後の計3回、対照区で試験開始時、2ヶ月後の計2回実施した。採泥地点は試験区で4地点、対照区で3地点であり、図9に示す地点である。

試験開始時及び2ヶ月後に採取した砂泥の粒度試験結果を図10から図13に示す。

- 時系列変化をみると、初期の段階でシルト質、粘土質が10%から5%程度まで減少しており、その後安定している様子がうかがえる。
- 図11から、試験区の投入直後の様子をみてみると、粒径0.25~0.85mmの中砂の割合が若干多いことが分かる。また、「試-3」を除く「試-1」、「試-2」、「試-4」では0.3mm以下の粒径の土砂が流出した状況が示されている。
- 図12,13から、シルト質、粘土の新たな堆積は見られていない状況が示されている。また、特に「試-3」においては、粒径0.075mm以下のシルト質、粘土が流出していることがうかがえる。
- 図10から、対照区は粒径の細かい粘土やシルト質の割合が高いことがうかがえる。

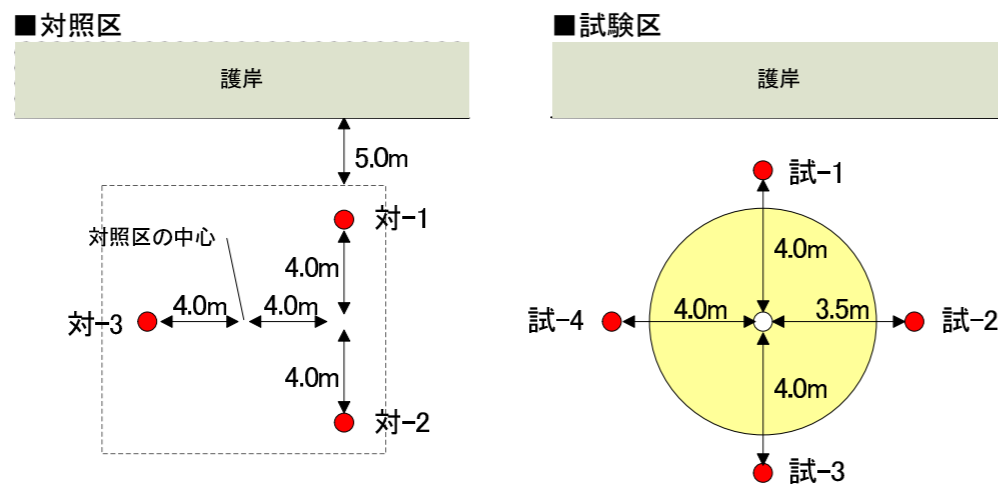


図9 底質採取地点

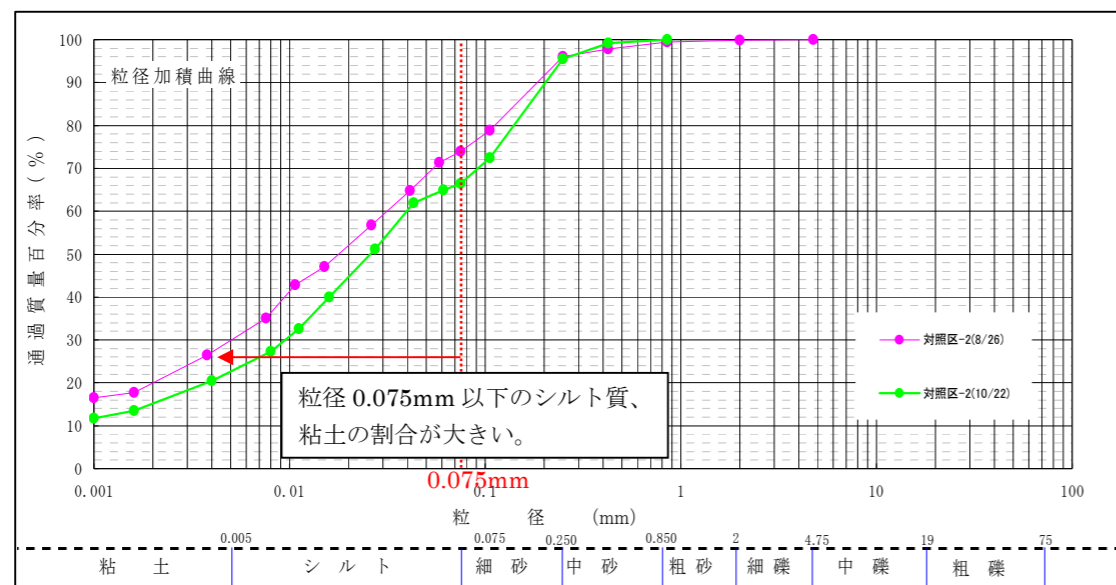


図10 粒度試験結果 (対照区-2)

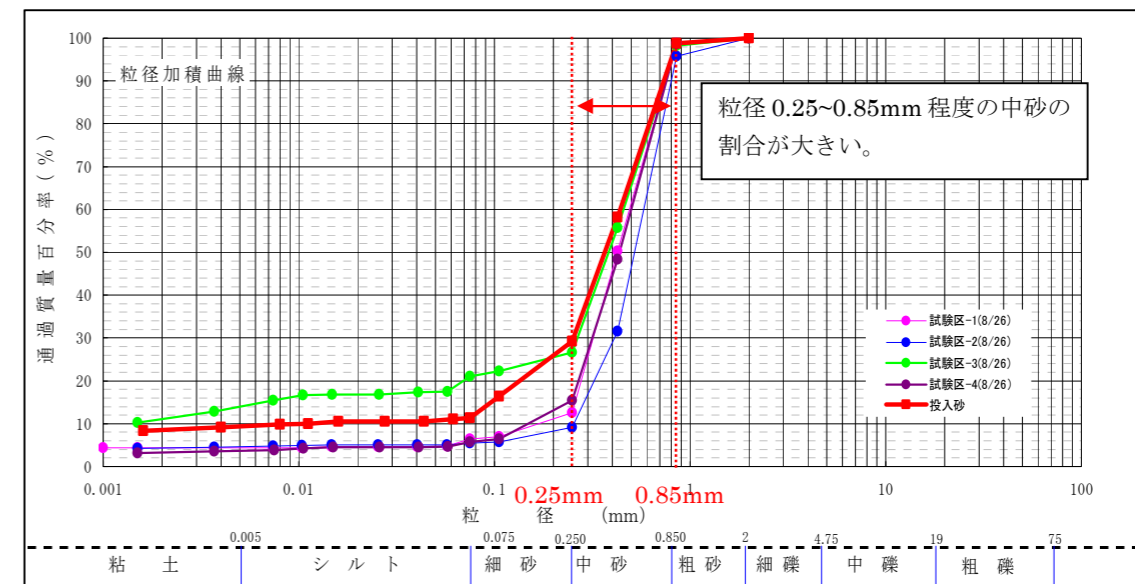


図11 粒度試験結果 (投入砂と試験開始時)

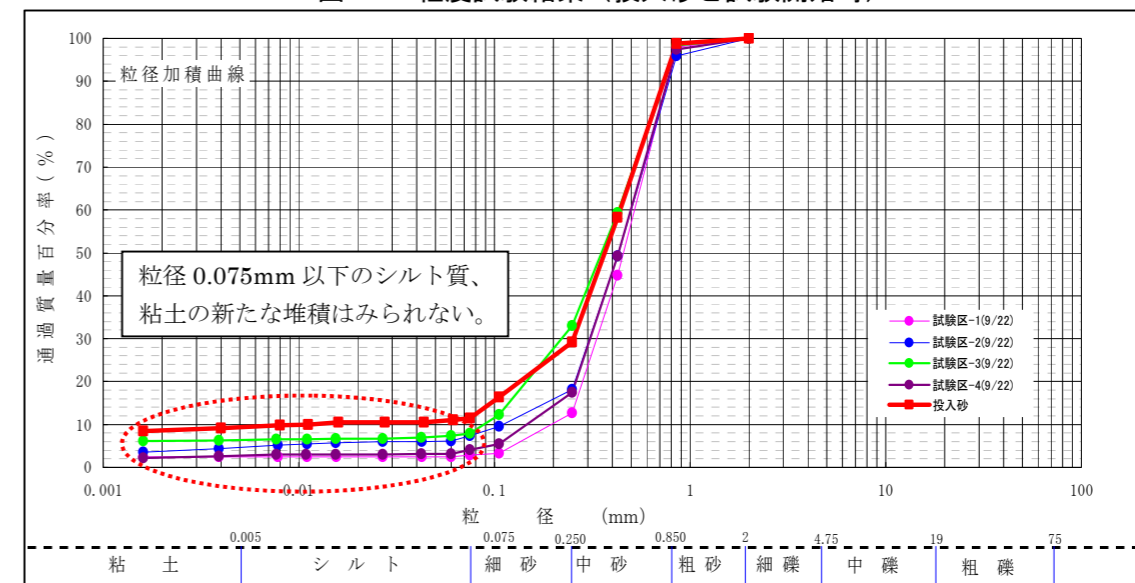


図12 粒度試験結果 (投入砂と試験1ヶ月後)

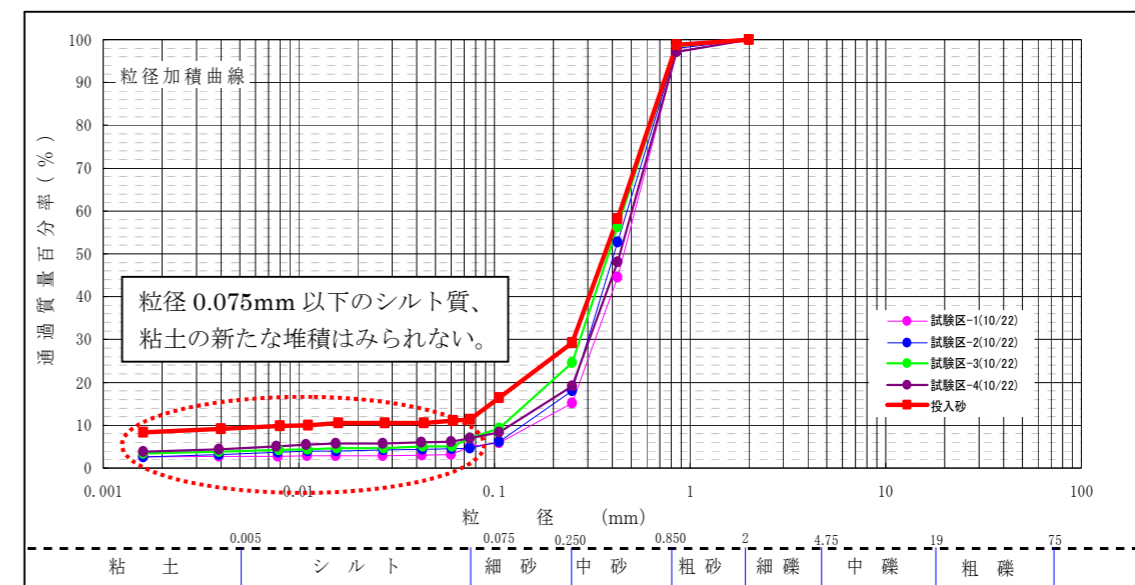


図13 粒度試験結果 (投入砂と試験2ヶ月後)

2.2 生物調査の結果

(1) 目視調査結果

各調査日に確認できた生物について、その一覧を表 2 に、実際に確認できた生物の様子を右の写真にそれぞれ示す。

試験区上およびその周辺では、生物が確認できたが、調査日によってその種類にはばらつきがあった。試験区上では、ガザミ、ヒライソガニ、イシガニといったカニ類、ヤドカリ、マハゼ、カレイ等が確認され、設置 3 日後にはカニ穴が生成されている様子もうかがえた。

試験区周辺ではさらに、イシダイ、コチ、カタクチイワシ、スジエビ等が確認された。

表 2 各調査日の生物調査結果

調査日	試験区上（投入砂上）の様子	試験区周辺の様子	対照区の様子
8/26 (試験開始時)	・設置直後のため、顕著な生物相は見られなかった。		【コードラート】 ・海水の濁りや水底の状況によりコードラートでの定量確認はできなかった。 【周辺観察】 ・水底にはゴミ（コンクリート殻、マット、鉄くず等）が散乱しており、顕著な生物相は見られなかった。
8/29 (3 日後)	・カニ穴とみられる巣穴、マハゼ、ヤドカリを確認。		
9/5 (10 日後)	・カニ穴とみられる巣穴に変化無し。 ・ヒライソガニ (写真 1)、マハゼ 2 匹を確認。	・イシダイ、ヤドカリ (写真 2)、カタクチイワシの群れ (数十匹)、ボラの群れを確認。	
9/22 (1 ヶ月後)	【コードラート】 ・ハゼ 1 匹 (写真 3)、カレイ (10~12cm) 1 匹。 【周辺目視観察】 ・イシガニ (写真 4)、ガザミ (8cm) 4 匹 (写真 5) を確認	・ハゼの群れ (100~200 匹)、コチ (ネズッポ科ネズミゴチ) 10~15 匹、スジエビ 5 匹、イシガニを確認。	
10/22 (2 ヶ月後)	【コードラート】 ・干出ししないこと、水の濁りなどから定量確認はできなかった。 【周辺目視観察】 ・イシガニは確認できなかった。 ・ガザミ 2 匹 (砂泥中に確認) (写真 6)、ヤドカリ 5 匹が確認できた。 ・生物の巣穴 (生物種は確認できず) (写真 7) が確認できた。	・ガザミ、コチ科 1 匹、ハゼ科 1 匹が確認できた。 ・カレイは確認できなかった。	【コードラート】 ・8/26 同様、定量確認はできなかった。 【周辺目視観察】 ・8/26 同様、顕著な生物相は見られなかった。
2/22 (6 ヶ月後)	【コードラート】 ・カニなどの大型底生生物は確認できなかった。 【周辺目視調査】 ・マウンド表面にゴカイ類の棲管とその糞 (写真 8) が確認できた。 ・フデガイ科とみられる生物、殻長 20cm 程度の貝殻に入ったホンヤドカリのほか、ゴカイ類かアナジャコのものと思われる巣穴 (写真 9) を 1 つ確認できた。		【コードラート】 ・8/26 同様、定量確認はできなかった。 【周辺目視観察】 ・コチ科魚類が 1 個体、ヒメホウキムシと思われる触手動物の群生、イソギンチャクがみられた。緑藻類や紅藻類も確認できた。

9 月 5 日 (10 日後) の様子



写真 1 ヒライソガニ



写真 2 ヤドカリ

9 月 22 日 (1 ヶ月後) の様子



写真 3 ハゼ



写真 4 イシガニ



写真 5 ガザミ

10 月 22 日 (2 ヶ月後) の様子



写真 6 捕獲したガザミ



写真 7 巣穴

2 月 22 日 (6 ヶ月後) の様子



写真 8 ゴカイ類



写真 9 巣穴

(2) 採捕調査結果

採泥した砂泥の中に含まれる底生生物の種の同定及び個体数、湿重量の計測を行った。その結果を図 14 及び表 3 に示す。

a) 採捕調査結果

① 試験区での調査結果

- 1ヶ月後(9月22日)には、ゴカイ類の加入が見られたが、アサリなどの二枚貝は見られなかった。
- 2ヶ月後(10月22日)になると、ゴカイ類が増加するとともに、アサリなどの二枚貝も見られるようになった。
- 6ヶ月後(2月22日)でもゴカイ類の増加傾向は変わらず、綱別の個体数割合(図14)を見ると対照区でみられる構成に近づいている。また、試験区におけるアサリの変化をみると、個体数は減少しているものの、湿重量は大きくなっており、稚貝からある程度の大きさに成長するまで試験区上に定着していた可能性がある。
- 6ヶ月後(2月22日)には、貧酸素に強いスピオ目が増加しており、他の生物にとっては好ましくない環境であるといえるが、試験区、対照区ともに増加していることから、試験区の設置による影響ではなく周辺の海域における環境の変化が生じたためと考えられる。

② 対照区での調査結果

- 試験開始時に見られたマキガイやニマイガイは2カ月後には減少しているが、6ヶ月後にはホトトギスガイを中心に増加している。
- 試験区ではほとんどみられなかったアシナガゴカイが多く見られた。
- 水質を浄化する働きを持つとされるミズヒキゴカイやコケゴカイが増加傾向にある。

b) 有機汚濁・富栄養指標種の存在状況

汚濁指標種とされる底生生物であるミズヒキゴカイが、試験区では3個体であるのに対し、対照区では111個体出現した。

また、その他ホトトギスガイ、イトゴカイ、アシナガゴカイ等の汚濁指標底生生物に対しても対照区に多く出現した。

なお、干潟に多産するとされるドロオニスピオが、対照区では13個体であるのに対し、試験区では85個体と多く出現している。

以上から、対照区では湾奥部でみられる泥質を好む生物が多く確認できたのに対し、試験区では対照区に比べこれらの底生生物は比較的少なく、砂質を好むドロオニスピオやアサリなどの二枚貝もみられ、環境の違いによる底生生物の定着の仕方の違いを確認することができた。

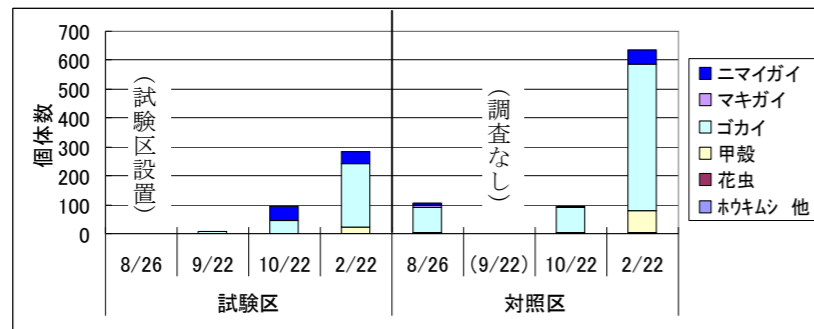


図 14 綱別個体数の推移

表 3 採捕調査の分析結果

※ 〇は有機汚濁・富栄養指標種を示す。単位：個体数、湿重量(g)/0.1m²

番号	門	綱	目	科	学名	8月26日		9月22日		10月22日		2月22日							
						試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区						
1	扁形動物	花虫	イソギンチャク	-	Actiniaria		3												
2	ひも形動物	マキガイ	ニマ	カリバサガイ	NEPERIINA		4												
3	軟体動物	ニマイガイ	ハヤ	オリエイヨフバイ	Crepidula onyx		2												
4			イガイ	オリエイヨフバイ	Retipectus festiva		2												
5			ハマガリ	マルスダレガイ	Musculista senhousia		1												
6				アサリ	Mercenaria mercenaria		7												
7				アサリ	Ruditapes philippinarum		1												
8				アサリ	Theora fragilis		1												
9				アサリ	Macoma incongrua		1												
10	環形動物	ゴカイ	オオノガイ	オオノガイ	Ura arenaria congozi														
11				オオノガイ	Eteone sp.		3												
12				オオノガイ	Eteone sp.		1												
13				オオノガイ	Eteone sp.		1												
14				オオノガイ	Eteone sp.		1												
15				オオノガイ	Eteone sp.		1												
16				オオノガイ	Eteone sp.		1												
17				オオノガイ	Eteone sp.		1												
18				オオノガイ	Eteone sp.		1												
19				オオノガイ	Eteone sp.		1												
20				オオノガイ	Eteone sp.		1												
21				オオノガイ	Eteone sp.		1												
22				オオノガイ	Eteone sp.		1												
23				オオノガイ	Eteone sp.		1												
24				オオノガイ	Eteone sp.		1												
25				オオノガイ	Eteone sp.		1												
26				オオノガイ	Eteone sp.		1												
27				オオノガイ	Eteone sp.		1												
28				オオノガイ	Eteone sp.		1												
29				オオノガイ	Eteone sp.		1												
30				オオノガイ	Eteone sp.		1												
31				オオノガイ	Eteone sp.		1												
32				オオノガイ	Eteone sp.		1												
33				オオノガイ	Eteone sp.		1												
34				オオノガイ	Eteone sp.		1												
35				オオノガイ	Eteone sp.		1												
36				オオノガイ	Eteone sp.		1												
37	節足動物	甲殻	イトゴカイ	イトゴカイ	Capitella capitata														
38				イトゴカイ	Capitella capitata														
39				イトゴカイ	Capitella capitata														
40				イトゴカイ	Capitella capitata														
41				イトゴカイ	Capitella capitata														
42				イトゴカイ	Capitella capitata														
43				イトゴカイ	Capitella capitata														
44				イトゴカイ	Capitella capitata														
45	触手動物	ホウキムシ	イトゴカイ	イトゴカイ	Capitella capitata														
46	原形動物	ホヤ	イトゴカイ	イトゴカイ	Capitella capitata														
合計(個体数・湿重量)						1	0.00	106	6.01	9	0.22	93	12.49	94	11.85	284	14.44	635	9.24
種類数						1		15		9		13		20		36			

注：欄内の0.00は湿重量が0.01g未満を表す。

2.3 水質等の調査結果

(1) 調査時の水質等

各調査日に行った調査条件の記録を表4に示す。8月26日から9月2日までのDO値は3.8~4.2mg/lであり、貝類に危険とされるような強い貧酸素状態ではないが、水産用水基準において「内湾漁場の夏季底層において最低限維持しなくてはならない溶存酸素」とされている4.3mg/lを下回っていた。

表4 調査条件の記録一覧

	2010/8/25	2010/8/26	2010/8/27	2010/8/29	2010/9/2	2010/9/5	2010/9/10	2010/9/22	2010/10/22	2011/2/22
観測時刻	9:26	10:29	8:28	8:27	11:50	8:20	8:24	10:06	11:52	11:26
天気	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	曇	晴
気温(°C)	28.5	31.0	27.4	28.4	32.0	29.1	26.4	28.9	19.0	7.1
風速(m/s)	2・南	2・南西	2・北西	2・南西	2・南東	2・南東	2・北東	2・南	2・北東	1・北
波浪	おだやかなほう	おだやかなほう	おだやか	おだやか	おだやかなほう	おだやか	おだやか	おだやか	おだやか	おだやか
水温(°C)	29.6	30.3	29.7	29.4	28.8	28.9	26.6	29.0	19.3	8.9
塩分(psu)	25.1	21.8	22.6	23.5	22.6	19.4	21.3	23.7	30.6	29.9
DO(mg/L)	5.0	4.2	3.8	3.8	4.1	5.0	5.4	15.2	5.1	12.3
pH	8.0	8.0	8.2	8.3	8.2	8.2	7.8	8.4	8.0	8.9

※波浪は、おだやかなほう=0から1/10m、おだやか=1/10から1/2m

(参考：酸素飽和度と溶存酸素量の目安)

酸素飽和度	溶存酸素量		備考
50%	2.5 ml/L	(3.6mg/L)	貧酸素水
30~40%	2.0 ml/L	(2.9 mg/L)	魚類に影響
	1.5 ml/L	(2.1 mg/L)	貝類危険
10%	1.0 ml/L	(1.4 mg/L)	
	0.5 ml/L	(0.7 mg/L)	

(2) 青潮の発生について

調査期間中、東京湾沿岸（千葉県）で青潮の発生が複数日確認された。その状況について表5に示す。9月の発生回数は15日間であり、ひと月の発生日数としては過去に例のない状況であった。

表5 青潮の発生状況

発生日	発生日数	発生場所	期間中の調査日
9月9日~10日	2日	市川~船橋、千葉中央港・新港	2週間後調査日
9月15日~21日	7日	市川~船橋、幕張~千葉（アサリ等への影響あり）	1ヶ月後調査日前
9月24日~29日	6日	市川~船橋、幕張~千葉、千葉中央港（アサリ等への影響あり）	1ヶ月後調査日後

3. 調査結果のまとめと課題

3.1 調査結果から確認されたこと

(1) 地形の変化

土砂の投入直後には、マウンド天端の低下が見られたが、2ヶ月後以降は干潮面付近で天端高は安定した。高波浪を経験していないことから、長期的な安定性については今後も継続的に調査する必要があるが、干潟を造成した場合に安定的に地形を維持できる可能性が示唆された。

(2) 底質の変化

周辺の環境に比較して、砂分が多く、シルト・粘土分の少ない土砂を投入した。2か月の試験期間中には、対照区で見られるようなシルト・粘土分の堆積は見られていない。

(3) 生物の加入

試験区設置後、数日でカニ穴が見られるなど、今回投入した土砂であれば生物の加入があることが確認できた。また、加入した生物は、底質特性の違いから、対照区に比較すると砂質を好む生物の加入が多く見られた。上記で示したように地形や底質は比較的安定傾向にあることから、投入する土砂の質に応じた生物の加入が期待できる。

3.2 今後の課題

(1) 変化傾向の把握

今回の調査は、試験区設置後約6ヶ月の変化の記録である。高波浪や洪水等の急激な環境変化を経験していないことから、今後も継続的に地形、底質、生物の加入状況を把握し、変化状況を把握していくことが重要と考える。

(2) 試験区の拡大

今回の調査は、直径6m程度の小規模なものであった。また、小規模ながらも浅場を造成することで、その底質に応じた生物加入が期待できること等が示唆された。一方で、形状もマウンド状であり従来の緩い勾配の干潟地形とは異なっている。

そのため、今後は試験区を拡大して、実際に干出域を持つような干潟造成を行った場合の地形変化や底質の変化状況、また、生物の加入状況を把握していくことが重要と考える。