

令和6年度 清水海岸侵食対策検討委員会

参考資料

令和7年3月12日

静岡県

背景写真: 2024(R6)年12月8日撮影

参考資料 目次

(1) 令和6年度 事業実施状況の報告	3
(2) 侵食対策の効果	6
(3) 石廊崎波浪観測所における年最大有義波高の記録	8
(4) 養浜実績	9
(5) 底質調査結果	10
(6) 三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果(令和6年度)	21
(7) 安倍川からの供給土砂による砂浜回復域の進行状況(令和6年度)	23
(8) 地形変化の状況(令和6年度)	24
(9) 海浜断面地形の変化(令和6年度)	29
(10) 消波堤区間の簡易GPS汀線測量	52
(11) サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討	53
(12) 消波堤区間の計画養浜量の見直し検討	56

	年度	R 5 年度	R 6 年度（台風期前）		R 6 年度（台風期～台風期後）		
	月	1～3月	4～6月	7～8月	9～12月	1～3月	
	高波浪来襲状況	低気圧（3/29） 	台風時の高波浪なし		低気圧（11/26） 		
検討項目	2号新堤の整備	設計 		工事（製作）	浚渫（11月～）		
	養浜材採取方法	持続可能なサンドリサイクル養浜の検討 					
	1号消波堤の撤去				埋没ブロック撤去 		
	1号突堤下手対策	継続的な養浜・モニタリング・緊急時の養浜体制確保 					
実施項目	安倍川サンドバイパス養浜	サンドバイパス養浜 			サンドバイパス養浜 		
	旧飛行場サンドリサイクル養浜				サンドリサイクル養浜 		
	モニタリング			定点写真撮影、汀線GPS簡易測量（高波浪来襲前後） 	航空写真撮影 汀線・深淺測量 		
		パトロール 					
会議等	フォローアップ会議	富士山世界遺産登録10周年記念シンポジウム（2/24第10回FU会議（3/15）  				第11回FU会議（2/20） 	
	侵食対策検討委員会	侵食対策検討委員会（2/26）  				   今回	

侵食対策検討委員会

(1) 1号突堤周辺の状況

- ・ 令和元年 (2019年) の台風10号, 15号来襲により、1号突堤下手の堤防基礎工が露出した。
- ・ 緊急養浜によりその都度露出箇所の覆土を行ったが、同年の台風19号来襲により再度露出した。
- ・ 元年 (2019年) の台風19号では、砂浜些少部での越波が発生し、堤防背後への海水及び土砂の流入被害が発生。
- ・ 1号突堤下手の砂浜些少部への重点対策を実施するとともに、1号突堤下手背後地への越波被害防止対策等の対策を実施中。令和6年度は2号新堤 (南) の整備のための浚渫を実施

◆対策内容

- ① 1号突堤下手に直接養浜を実施する。
… R 3 年度分が完了 (R 3. 6 (サンドリサイクル養浜6.7万 m^3 +サンドバイパス養浜2.8万 m^3))
… R 4 年度分が完了 (サンドリサイクル養浜4.2万 m^3 +サンドバイパス養浜3.0万 m^3)
⇒ 上記の2ヶ年で計画養浜量8万 m^3 /年以上を実施
… R 5 年度分を実施中 (サンドリサイクル養浜2.3万 m^3)
⇒ 1号突堤下手は隣接する2号新堤整備箇所の堆砂のため、養浜の休止が基本となることから3号消波堤背後にストック養浜を実施
- ② 1号突堤下手への集中養浜の完了後、根固工を設置する。…完了 (R 3. 9)
- ③ 堤防背後の地盤嵩上げ (土堤の整備) を実施する。…完了 (R 3. 9)
- ④ モニタリングを行い、養浜材流出等の緊急時には養浜・押土等の対応を行う。…必要に応じて実施
- ⑤ 2号新堤 (南) の整備のための浚渫を実施 (R 6. 11～)

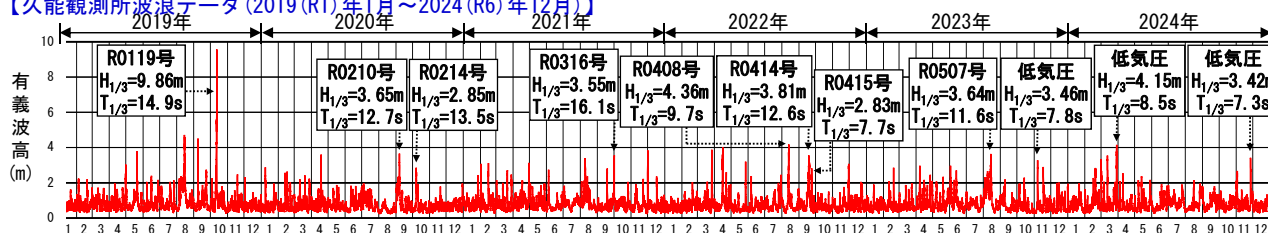


(1) 1号突堤下手の侵食状況

5

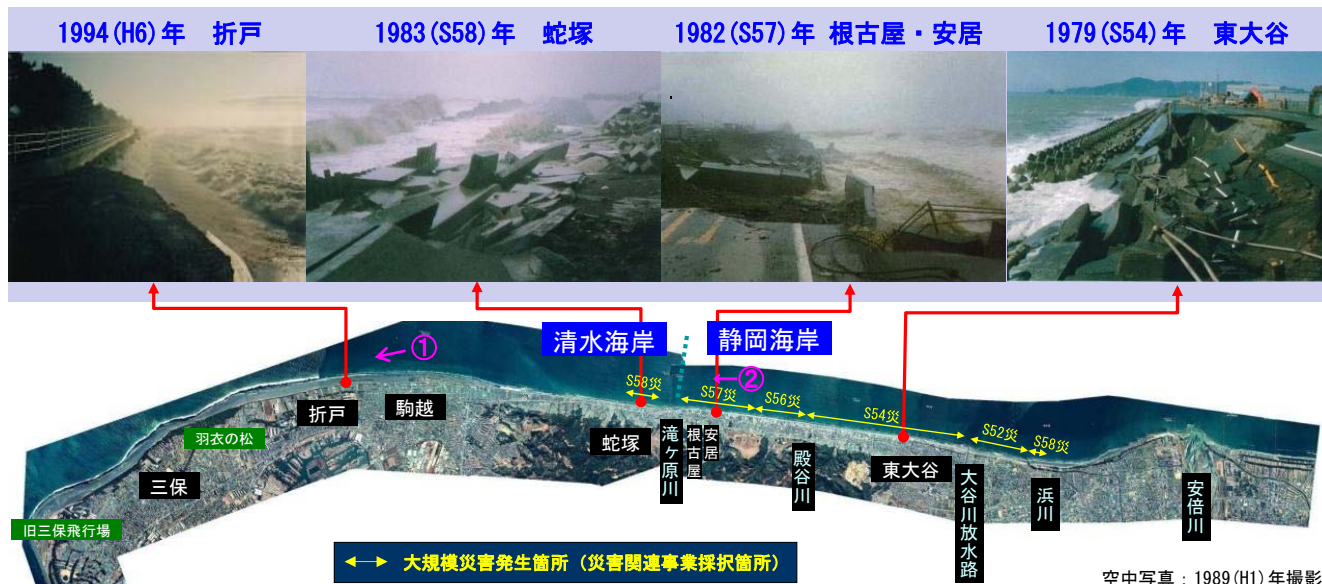
- 令和2年の台風10号、14号来襲により、1号突堤下手に投入したサンドリサイクル養浜材の一部が流出し、堤防基礎工と根固工が露出する状況となった。
- 令和3～6年は令和2年と同規模の高波浪が来襲したが、2号消波堤復旧＋養浜の実施により堤防基礎工の露出防止等が図られた。

【久能観測所波浪データ(2019(R1)年1月～2024(R6)年12月)】



(2) 侵食対策の効果 ～侵食に伴う過去の災害～

6



①1994(H6)年
駒越・折戸



②1982(S57)年
根古屋・安居



(2) 侵食対策の効果（3号ヘッドランド付近）

7

平成6年と令和元年～6年の3号ヘッドランド付近の状況を示す。

⇒砂浜消失による護岸被災が懸念されていた平成6年当時（ヘッドランド整備中、養浜実施前）と比較すると、施設と養浜による侵食対策の効果によって護岸の安定化が図られている。

1994 (H6) 年



- ・平成元年～11年にヘッドランド整備
- ・平成10年～令和元年のヘッドランド区間への養浜量119万m³

2023 (R5) 年台風7号、11月低気圧後 (2023年12月)



2019 (R1) 年台風19号来襲後 (2019年10月)



2024 (R6) 年3月、11月低気圧後 (2024年12月)



消波施設と継続的な養浜による侵食対策の効果によって護岸の安定化が図られている

(3) 石廊崎波浪観測所における年最大有義波高の記録

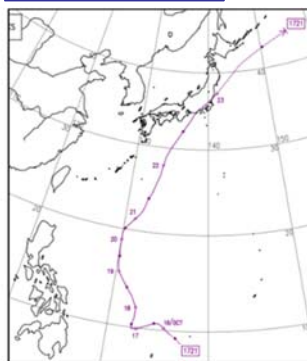
8

気象庁石廊崎波浪観測所における年最大有義波高の記録より、昭和54年台風20号時の波高に比べて大きな波高が最近多く観測されている（令和6年は顕著な高波浪は観測されていない）。

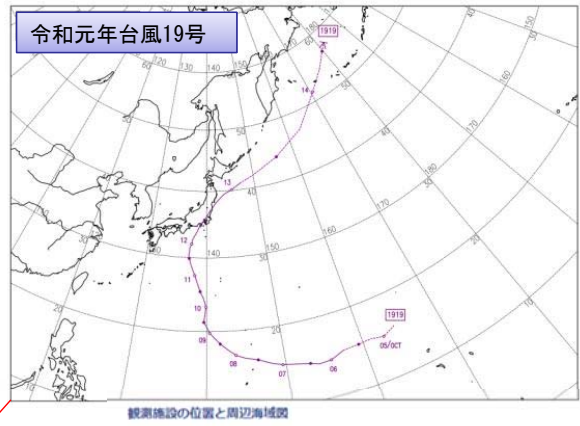
昭和54年台風20号



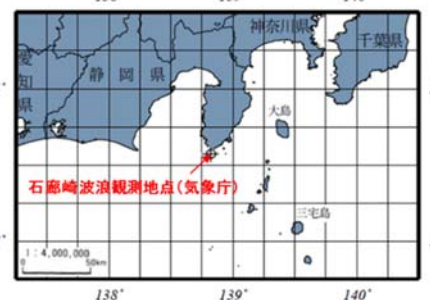
平成29年台風21号



令和元年台風19号

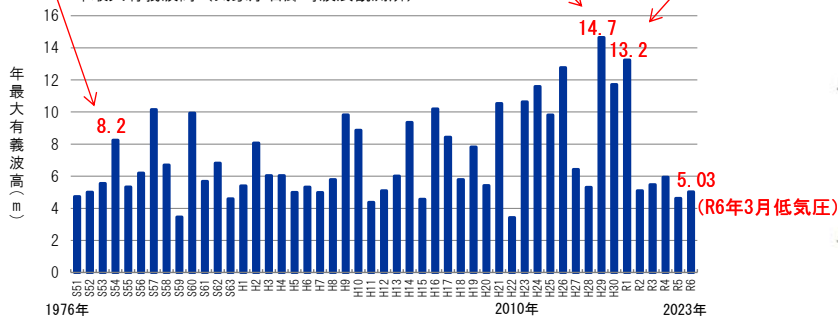


観測施設の位置と周辺海域図



出典はいずれも気象庁HP

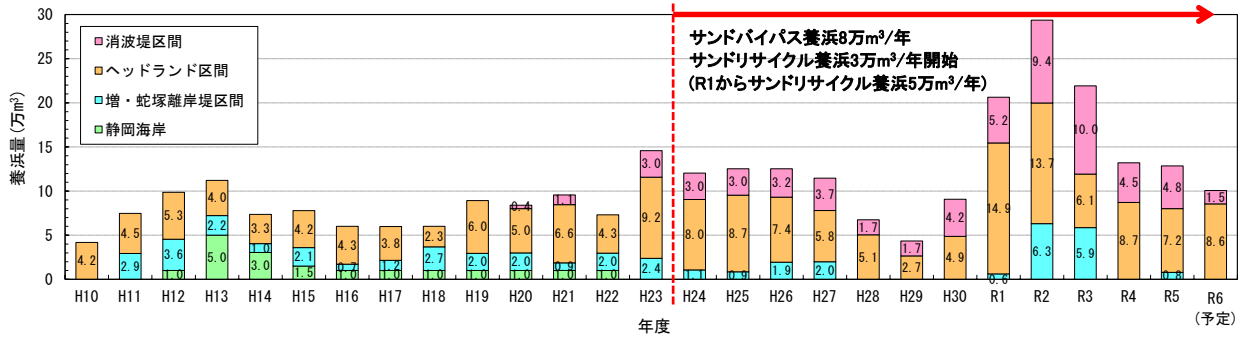
年最大有義波高（気象庁石廊崎波浪観測所）



※気象庁石廊崎波浪観測は、2010年7月までは超音波式沿岸波浪計による観測であり、2010年7月以降はレーダー式沿岸波浪計による観測に切り替えが実施されている。

年度	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	合計 (予定は含まず)	
	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5		
静岡海岸	0	0	1.00	5.00	3.04	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.54	
増・蛇塚離岸堤区間	0	2.94	3.56	2.22	1.00	2.10	0.72	1.16	2.67	1.95	2.00	0.86	1.97	2.37	1.07	0.86	1.94	2.00	0	0	0	0.61	6.32	5.86	0.00	0.80	44.98	
1号ヘッドランド上手	0.29	1.25	0.87	0.85	1.36	2.18	2.38	3.08	1.50	2.63	3.00	2.55	2.34	2.83	5.08	5.67	2.67	2.84	1.33	1.05	0.51	4.30	4.41	3.11	2.03	3.08	67.82	
1～2号ヘッドランド間	0	0	0.81	0	0	0	0	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	1.04	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	5.96	
2～3号ヘッドランド間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	※2.00	0	1.45	0	0	0	0.77	0	0	1.90	1.06	0.00	1.26	0.00	8.44	
3～4号ヘッドランド間	0.65	0.64	1.72	1.03	0.93	1.50	1.32	0	0.83	※0.69	※1.16	※1.80	0	1.00	1.45	0	0.55	1.11	0.78	0.50	0.23	1.90	4.10	0.21	0.58	3.29	28.61	
4～5号ヘッドランド間	3.23	2.66	1.56	1.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.00	0	3.00	2.70	0.84	0.94	1.10	2.55	2.45	4.10	2.75	2.73	0.84	40.20	
5号ヘッドランド～L型突堤間	0	0	0.34	0.81	1.04	0.50	0.58	0	0	※1.31	※0.07	※0.59	0	3.37	0	0	0	1.01	1.24	0	0.55	2.40	0.00	0.00	2.10	0.00	17.52	
消波堤区間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	※0.40	※1.11	0	※3.00	※3.00	※3.00	0	0	1.21	※3.66	※1.70	※1.69	※4.20	※5.18	※9.38	※10.00	※4.51	※4.84	60.39
飛行場前面（浚渫工）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.34	2.41	5.16	2.20	3.00	3.00	3.00	3.21	3.66	1.70	1.69	4.40	5.00	5.00	6.70	4.20	4.84	62.21	
清水海岸養浜量合計	4.17	7.48	8.86	6.22	4.33	6.28	5.00	5.00	5.00	7.92	7.41	8.57	6.31	14.57	12.05	12.53	12.52	11.46	6.76	4.34	9.08	20.64	29.37	21.92	13.21	12.85	273.93	

※サンドリサイクル養浜を含む（H30年度まではサンドリサイクル養浜のみを示す）



(5) 底質調査結果(令和2年度)

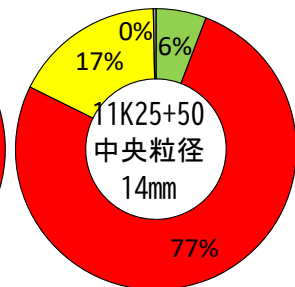
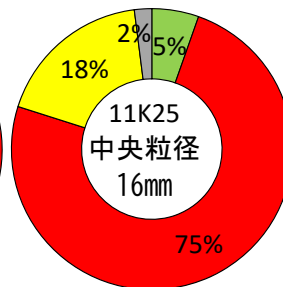
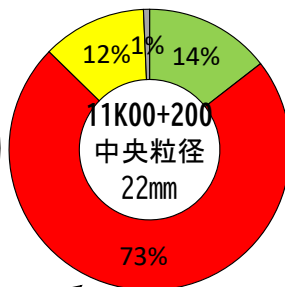
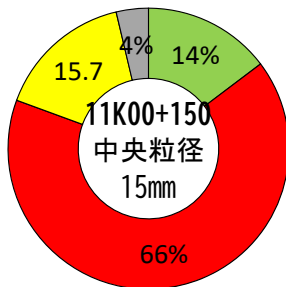
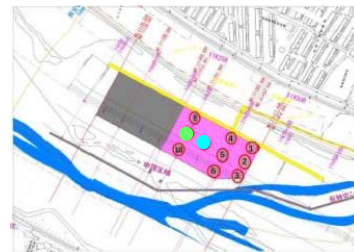
令和2年度清水西海岸高潮対策工事（サンドバイパス養浜工）養浜材採取箇所の任意の4地点について粒径調査（R2.12）を実施した。→礫主体で消波堤区間の現地粒径より粗いため養浜材としての歩留まりが高くなることが期待できる。

【粒径調査結果】

試料採取位置図（養浜第1工区）



試料採取位置図（養浜第2工区）



4地点を平均すると、
砂分 約2割、礫分 約7割、石分 約1割となる。
(細粒) (粗粒)

《粒度組成》
石 75mm～
礫 2mm～75mm
砂 0.075mm～2mm
シルト 0.075mm～

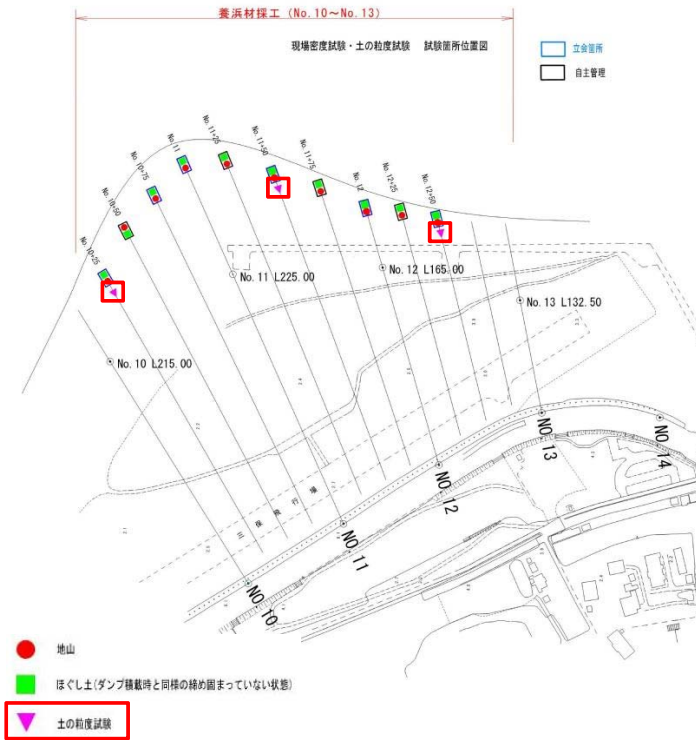
(5) 底質調査結果(令和3年度)

11

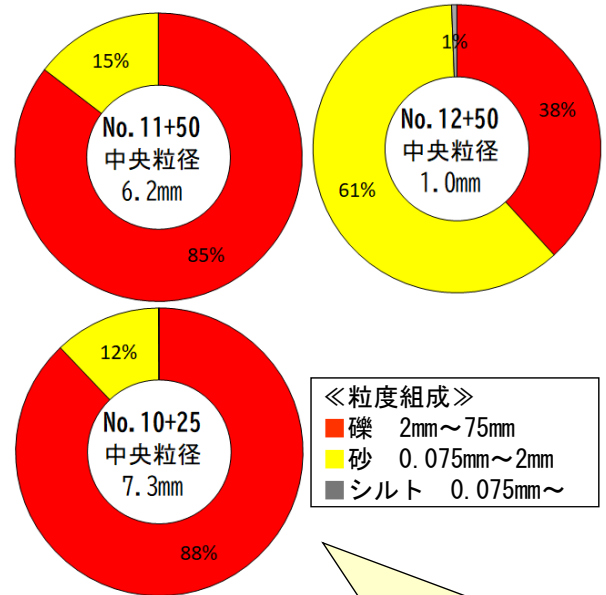
令和3年度清水西海岸高潮対策工事(サンドリサイクル養浜工)養浜材採取箇所の任意の3地点について粒径調査(R4.2)を実施した。→消波堤区間の現地と同じ礫主体であり、粒径も同程度である。

【試料採取箇所】

旧三保飛行場前面の養浜材採取箇所



【粒径調査結果】



《粒度組成》
 礫 2mm~75mm
 砂 0.075mm~2mm
 シルト 0.075mm~

3地点を平均すると、
 砂分 約3割、礫分 約7割となる。
 (細粒) (粗粒)

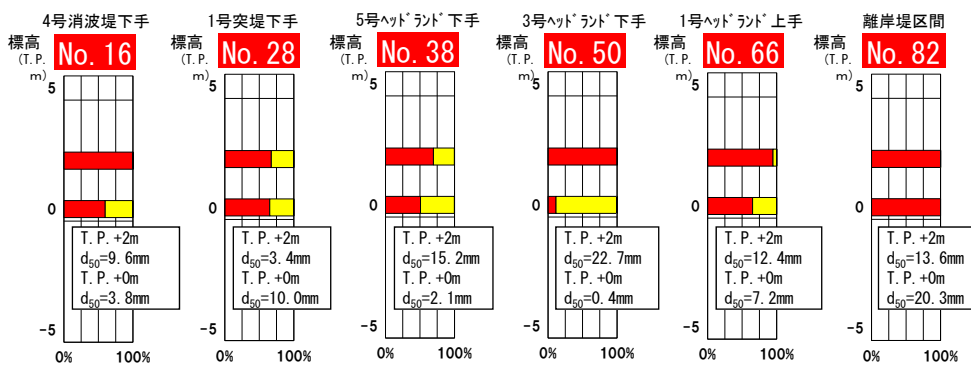
(5) 底質調査結果(令和4年度) —養浜予定地点—

12

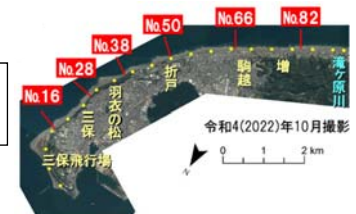
■令和4年度の調査結果

・清水海岸の養浜予定地点の汀線およびT.P.+2mでは、礫の分布※が主である。

(※中央粒径は、 $d_{50}=2.1\text{mm}$ の細礫~23mmの粗礫であり、No. 38とNo. 50の汀線は礫層上の表層を薄く砂が分布していた)



《粒度組成》
 礫 2mm~75mm
 砂 0.075mm~2mm
 シルト 0.075mm~



No. 16 (T.P.+2m)



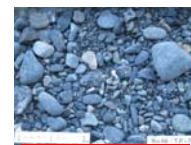
No. 28 (T.P.+2m)



No. 38 (T.P.+2m)



No. 50 (T.P.+2m)



No. 66 (T.P.+2m)



No. 82 (T.P.+2m)



No. 16 (T.P.+0m)



No. 28 (T.P.+0m)



No. 38 (T.P.+0m)



No. 50 (T.P.+0m)



No. 66 (T.P.+0m)

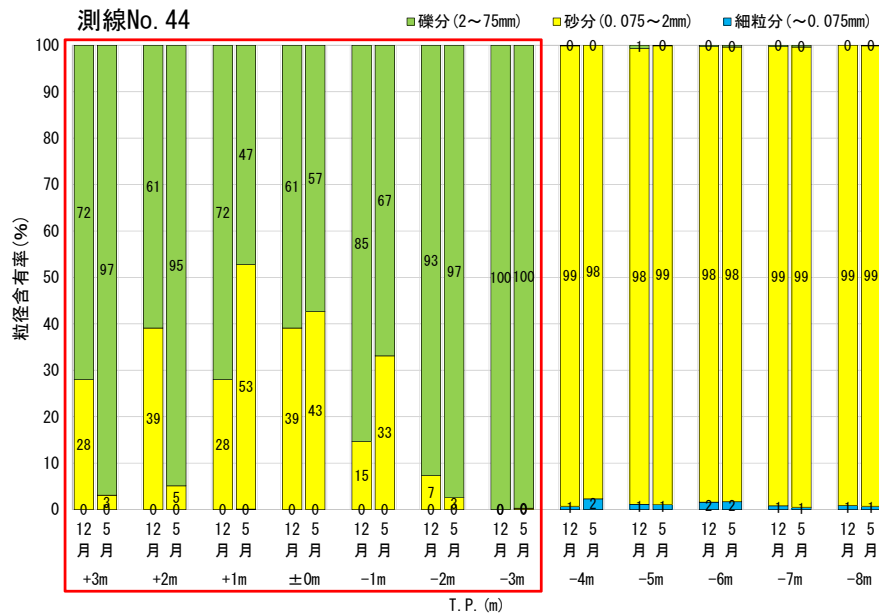


No. 82 (T.P.+0m)

(令和5年1月8日採取)

- ・折戸4号ヘッドランド下手において令和3年度に汀線付近から海中への押土養浜を実施
- ・養浜前後の2021(R3)年12月と2022(R4)年5月に底質調査を実施
- ・水深変化が著しい標高+3m~-3mの礫分と砂分の粒径含有率の平均(下図赤枠内の平均)は、礫分78.9%、砂分21.1%であり、礫:砂=8:2の割合である。

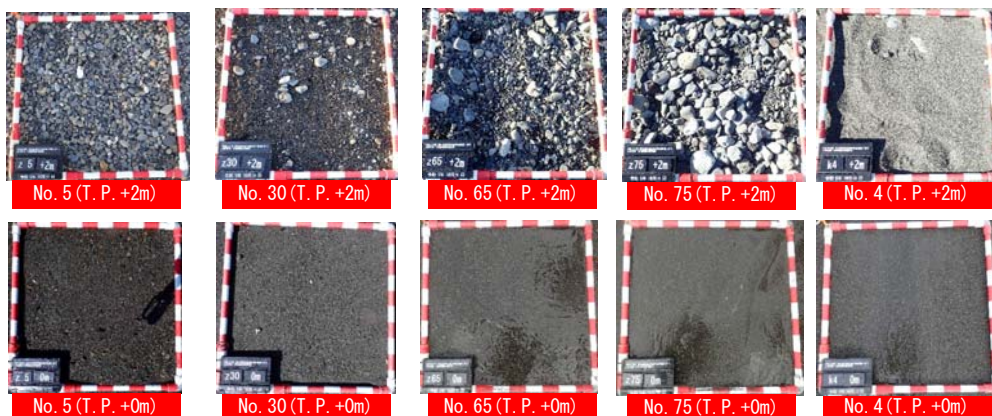
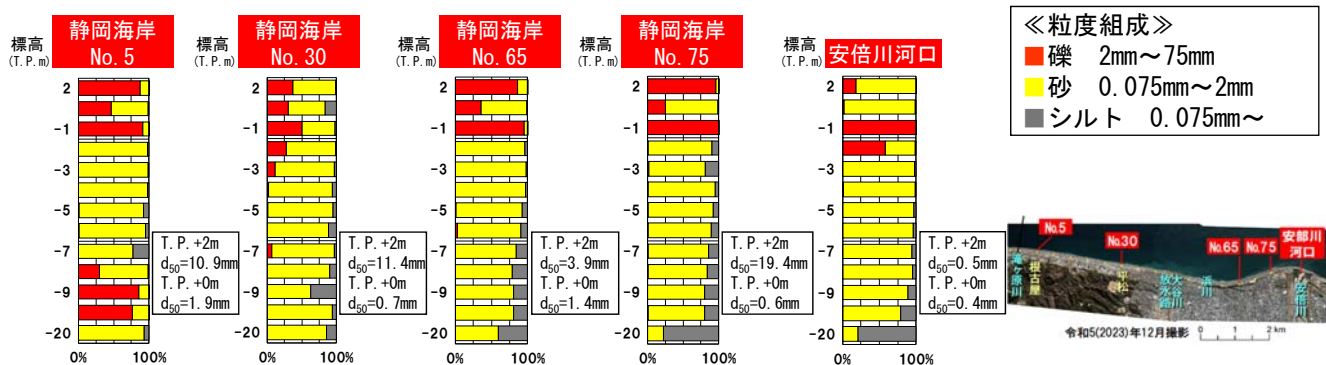
【粒径含有率】2021(R3)年12月、2022(R4)年5月



(5) 底質調査結果(令和5年度)

■ 令和5年度の調査結果(安倍川河口、静岡海岸)

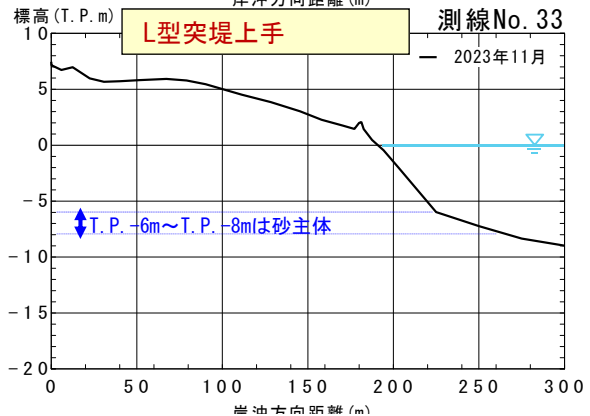
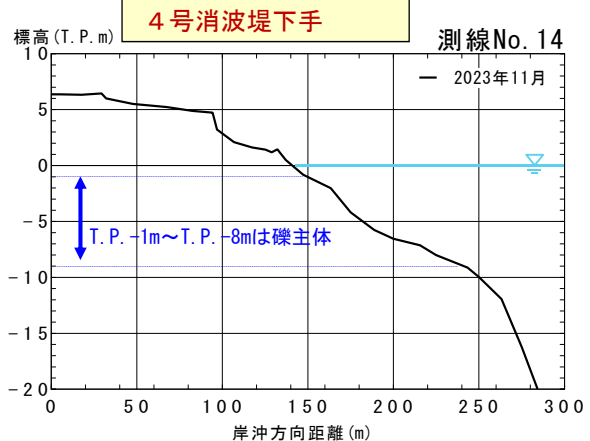
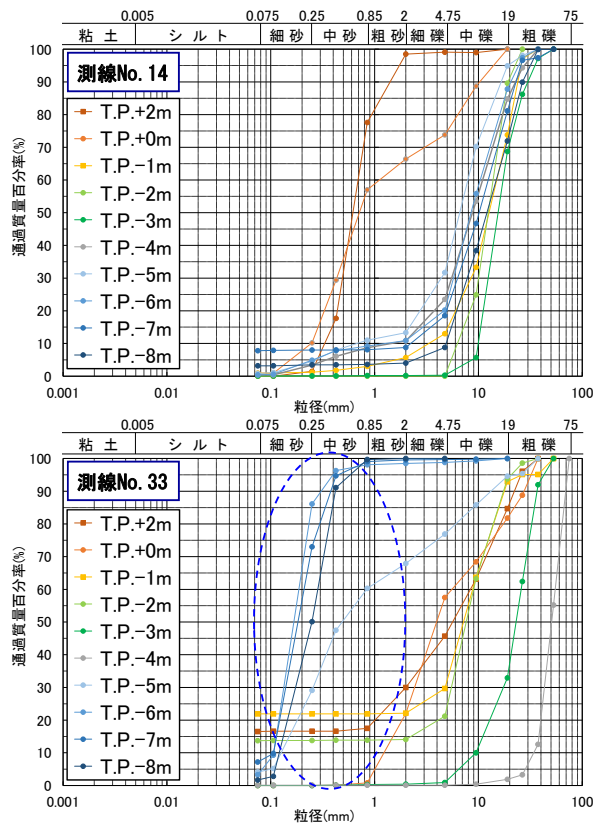
- ・静岡海岸のT.P. +2m~-1mは礫の分布が主であり、T.P. -2m以深は砂の分布が主である。



(令和5年10月10日採取)

- ・ L型突堤の上手は汀線付近は礫主体、T.P. -6m以深は砂質主体である。消波堤区間は汀線～水中部は礫主体である。

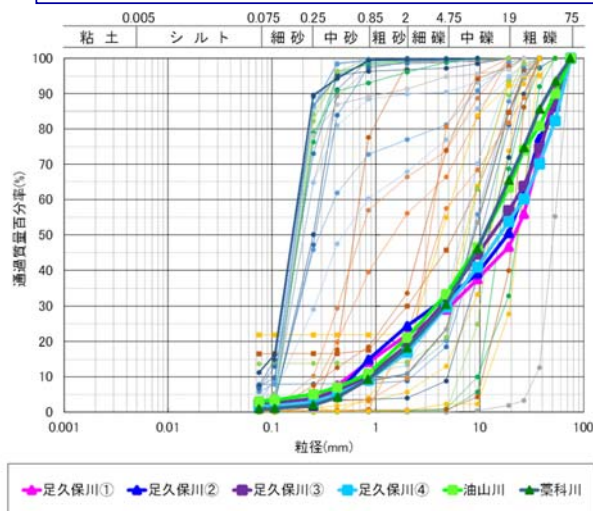
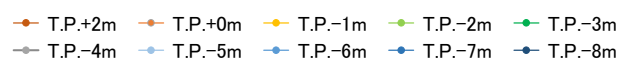
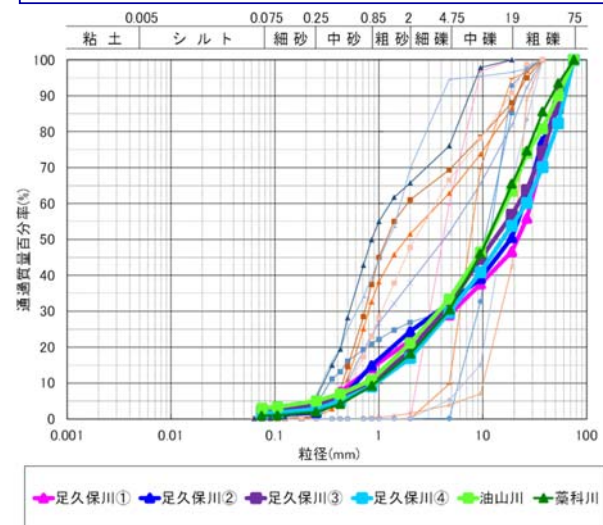
清水海岸の水深別の粒度分布 (2023 (R5) 年調査)



(5) 安倍川流砂系の河川掘削土砂の粒度分析結果(粒径加積曲線の重ね合わせ)

【河川掘削土砂の粒度分析結果】

- ・ 清水海岸の現地の粒度組成(砂・礫主体)と中央粒径は同様の傾向である。

河川掘削土砂の清水海岸の粒度分布 (2023 (R5) 年調査)との重ね合わせ
【No. 14, 33, 62, 76のT.P. +2m～-8m】河川掘削土砂の清水海岸の粒度分布 (2023 (R5) 年調査)
【No. 14, 33, 62, 76のT.P. +2m～-8m】河川掘削土砂の養浜予定地点の粒度分布 (2023 (R5) 年調査)との重ね合わせ
【No. 16, 28, 38, 50, 66, 75のT.P. +2m, 汀線部】河川掘削土砂の養浜予定地点の粒度分布 (2023 (R5) 年調査)
【No. 16, 28, 38, 50, 66, 75のT.P. +2m, 汀線部】

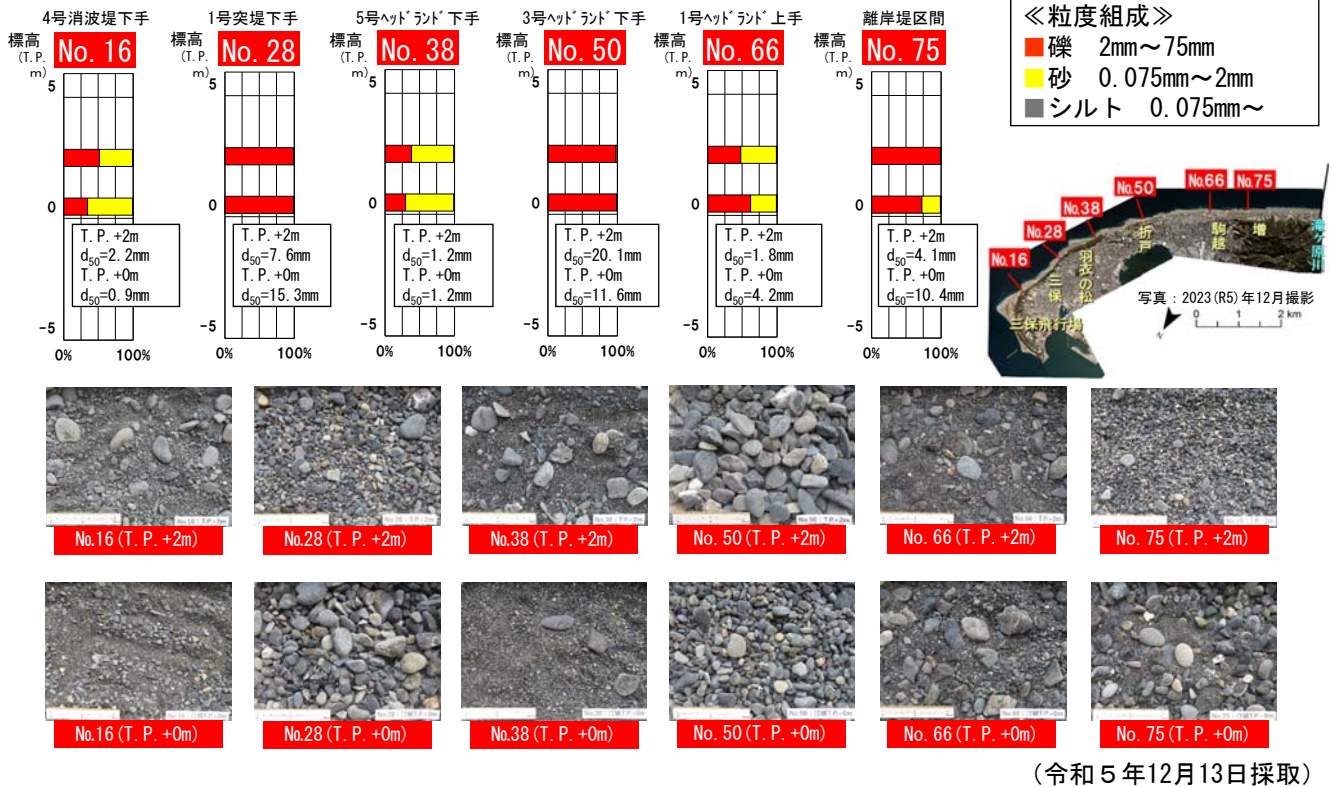
(5) 底質調査結果(令和5年度) —養浜予定地点—

19

■ 令和5年度の調査結果

・清水海岸の養浜予定地点の汀線およびT. P. +2mでは、礫の分布※ が主である。

(※中央粒径は、 $d_{50}=0.9\text{mm}$ の粗砂～ 20mm の粗礫であり、No. 38の汀線は礫層上の表層を薄く砂が分布していた)



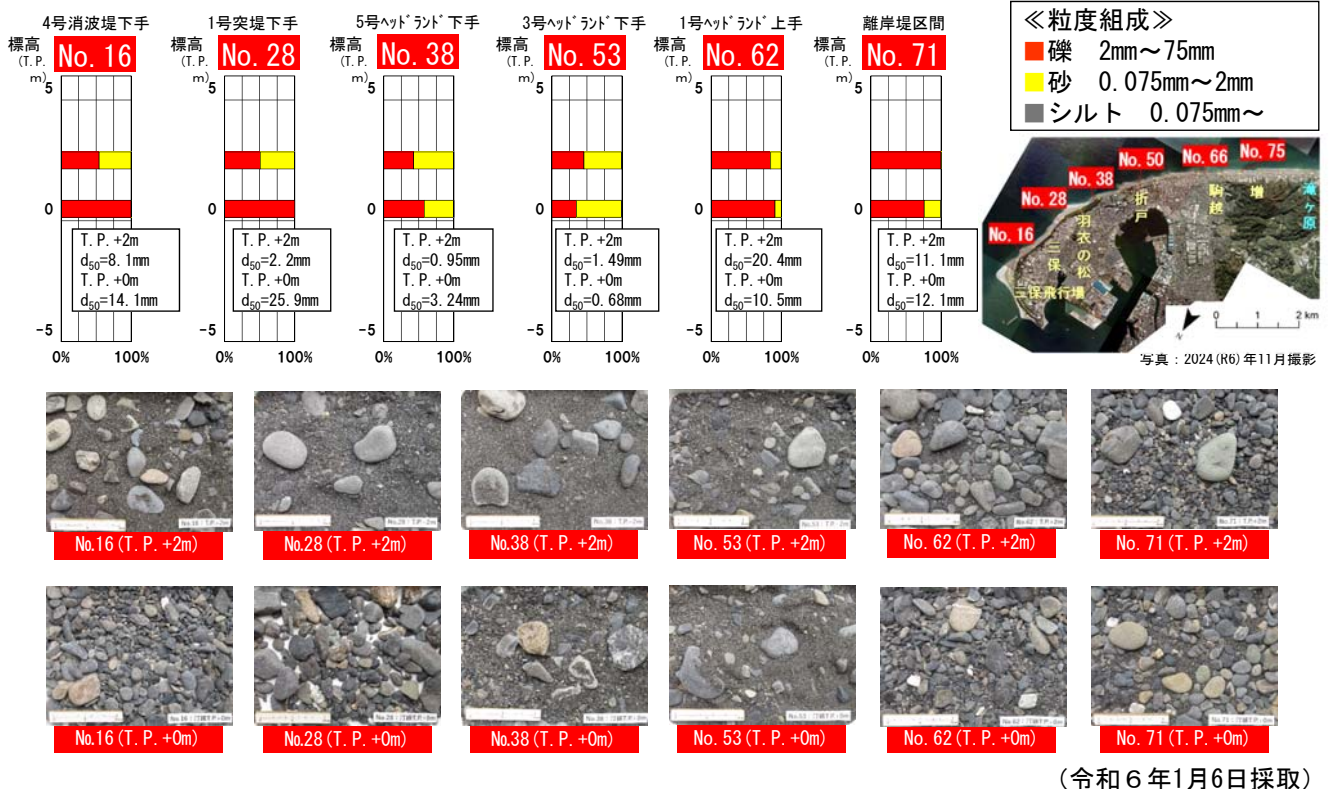
(5) 底質調査結果(令和6年度) —養浜予定地点—

20

■ 令和6年度の調査結果

・清水海岸の養浜予定地点の汀線およびT. P. +2mでは、礫の分布※ が主である。

(※中央粒径は、 $d_{50}=0.68\text{mm}$ の粗砂～ 25.9mm の粗礫であり、No. 53とNo. 38の汀線は礫層上の表層を薄く砂が分布していた)



漁業

目的：漁業への影響の把握

評価基準	漁業に悪影響を及ぼしていないこと
評価	漁礁周辺は堆砂等は生じておらず魚類も集まっていることが確認されたため、<u>漁業への影響は問題が無いレベル</u>と推測される。 - 三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果から、漁礁の移動・変形等はなく、漁礁底面では昨年度から変化がなく砂礫の堆積は見られない。養浜土砂による影響等は確認されず、魚類が集まっていることを確認した。 - 対策の実施による影響等は、清水漁業協同組合等から指摘されていない。
対応	➤ 対策による漁業への影響を確認するため、今後も漁礁モニタリングと関係機関への聞き取り調査を実施していく。

【令和6年度三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果】

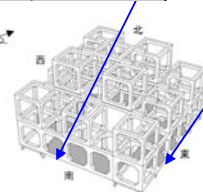
魚類の確認状況（潜水調査により確認された魚種及び場所（12月実施））

H27-1		確認魚種および集場所	
魚種名	体長	尾数	集場所
1 スズキ	60cm	30	漁場調査ブロック内・周辺
2 アカオビハナダイ	5cm	10	漁場調査ブロック内
3 カゴカキダイ	10cm	10	漁場調査ブロック内
4 サクラダイ	8cm	10	漁場調査ブロック内
5 メジナ	20cm	6	漁場調査ブロック内
6 アイゴ	20cm	5	漁場調査ブロック内
7 ハタテダイ	8cm	3	漁場調査ブロック内
8 ペラ	7cm	3	漁場調査ブロック内

H27-2		確認魚種および集場所	
魚種別状況	潜水調査により確認された魚種および集場所	体長	尾数
魚種名	体長	尾数	集場所
1 テンジギダイ	10cm	100	漁場調査ブロック周辺
2 キンギョハナダイ	10cm	60	漁場調査ブロック内
3 シマイサキ	30cm	30	漁場調査ブロック内
4 アカオビハナダイ	15cm	10	漁場調査ブロック内
5 サクラダイ	10cm	10	漁場調査ブロック内
6 キタマクラ	5cm	3	漁場調査ブロック内
7 ウツボ	80cm	1	漁場調査ブロック内
8 シラコダイ	10cm	1	漁場調査ブロック内
9 ヒゲダイ	40cm	1	漁場調査ブロック内
10 オオモンハタ	70cm	1	漁場調査ブロック内

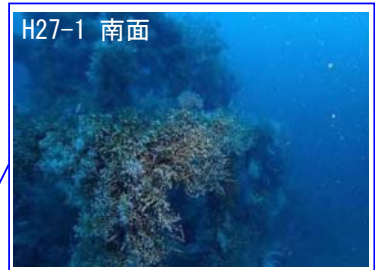


コンクリート組立礁(設置年H27-1, H27-2)

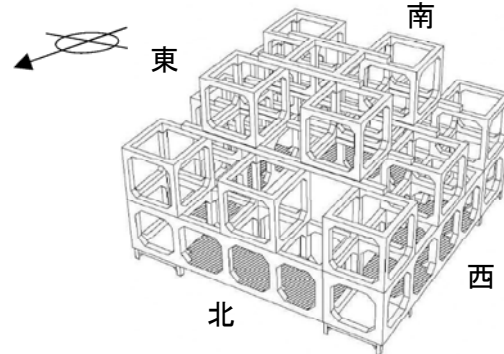
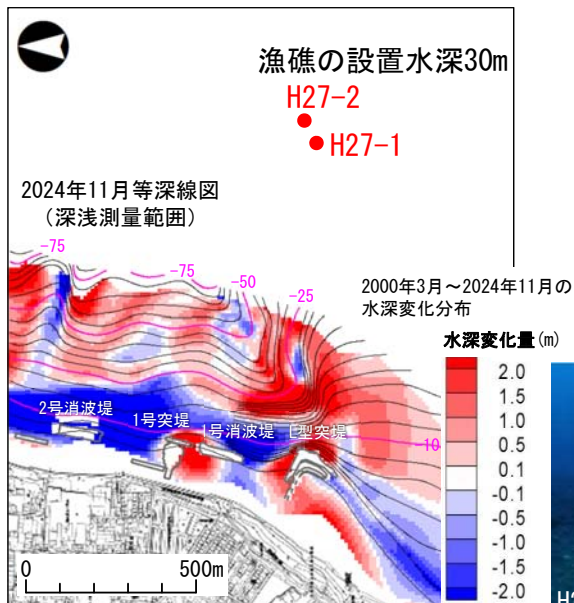


設置水深30m

H27-1 南面



H27-1 東面ブロック下部



H27-1 西面ブロック下部



H27-2 西面ブロック下部



H27-1 東面ブロック下部



H27-2 東面ブロック下部



漁礁は砂礫による埋没等は確認されなかった

(7) 安倍川からの供給土砂による砂浜回復域の進行状況【離岸堤区間】 23

- ・ 2023 (R5) 年は増地区5号離岸堤まで砂浜回復域が進行している。
- ・ 2024 (R6) 年は増地区3号離岸堤まで砂浜回復域が進行している。

△：砂浜回復域の先端位置(護岸～離岸堤間の半分まで砂浜が回復した位置)

養浜は実施年度と養浜量(m³)を表記



(8) 地形変化の状況【静岡海岸】

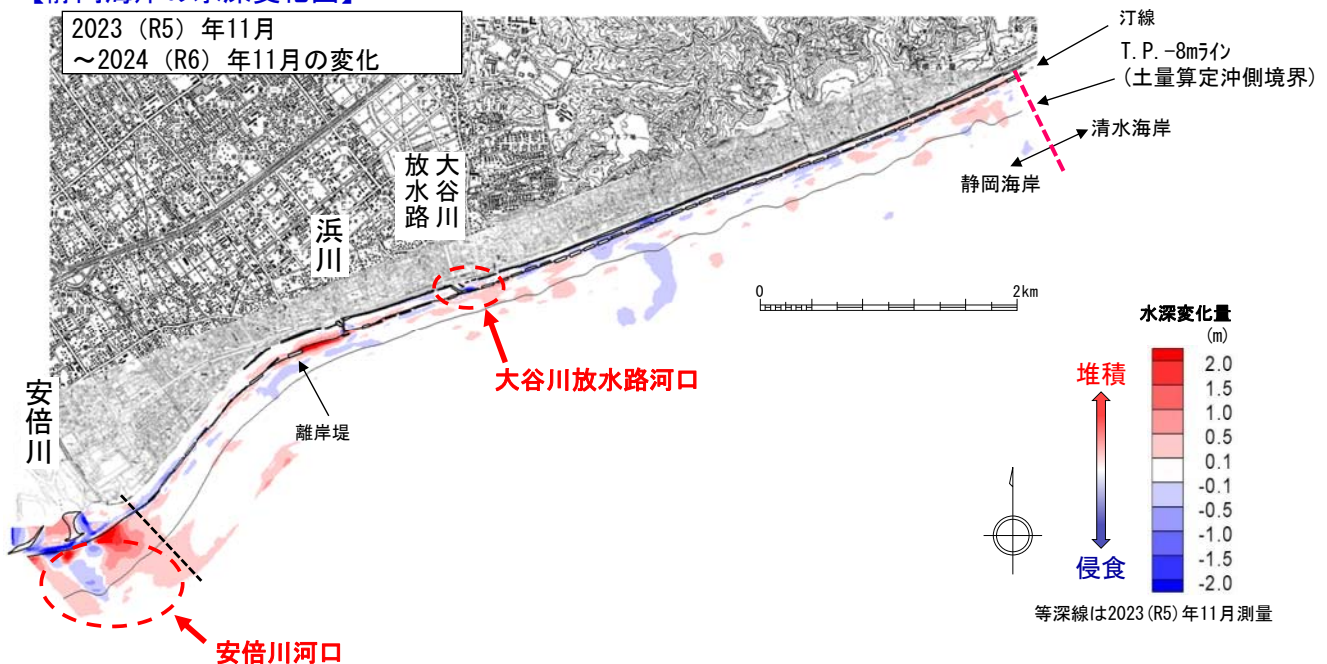
24

【静岡海岸】 1年間の水深変化と土砂量の変化

■ 2023 (R5) 年11月～2024 (R6) 年11月の変化

- ・ 安倍川河口及び大谷川放水路河口は2022年台風15号による出水により堆積したが、その土砂が下手方向へ流され、静岡海岸に供給されたものと考えられる。
- ・ 静岡海岸は離岸堤岸側、離岸堤沖側ともに変化が少ない。

【静岡海岸の水深変化図】

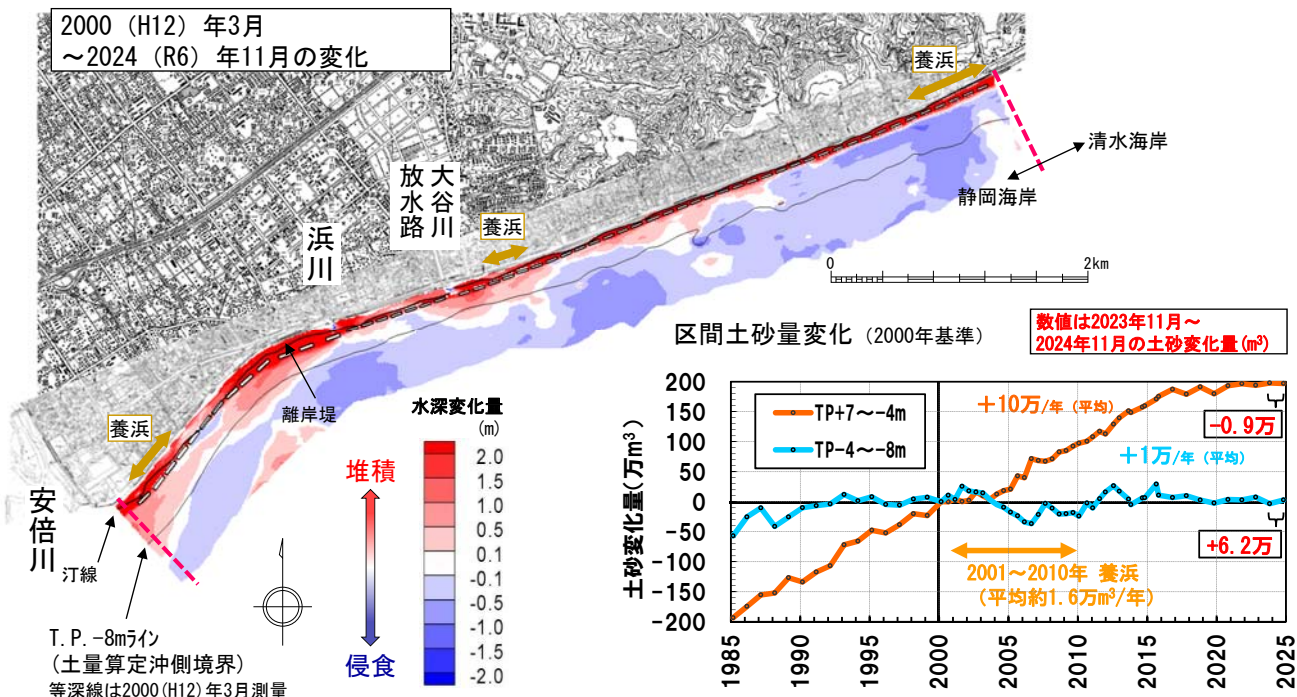


【静岡海岸】 長期(24年間)の水深変化

■ 2000 (H12) 年3月～ 2024 (R6) 年11月の変化

- ・ 安倍川河口～清水海岸境界の全域で離岸堤岸側は堆積傾向。
- ・ 安倍川河口～大谷川河口周辺では離岸堤岸側でも堆積が見られる。

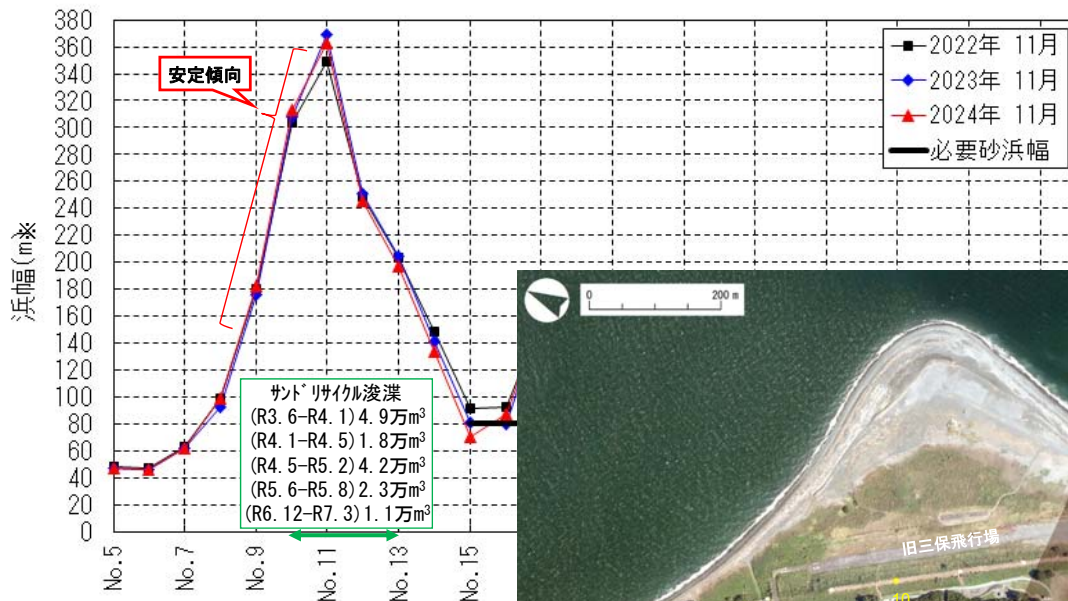
【静岡海岸の水深変化図】



【消波堤下手区間】 砂浜幅の変化

- ・ 旧三保飛行場周辺は、変化は少ないが、測線No. 14, No. 15は汀線がやや後退。

砂浜幅の変化【2022 (R4) 年11月～2024 (R6) 年11月】



※測量基準点から汀線位置までの距離

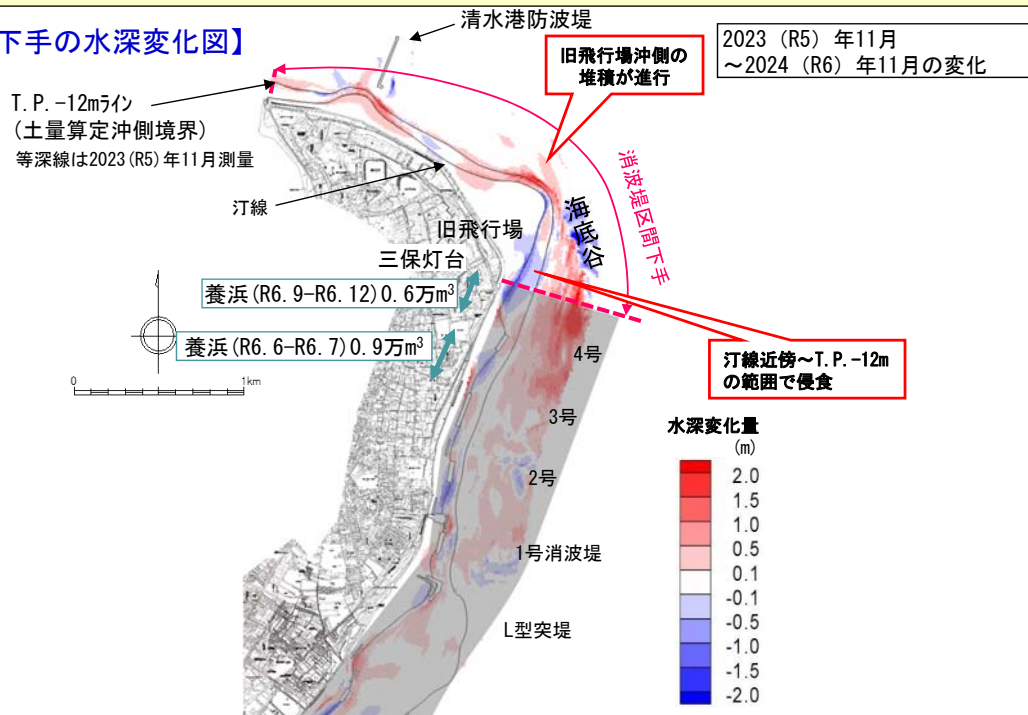


【消波堤下手区間】 1年間の水深変化と土砂量の変化

■2023 (R5) 年11月～2024 (R6) 年11月の変化

- ・三保灯台～旧飛行場の海底谷が迫る範囲において、汀線近傍～T.P. -12mの範囲でやや侵食。
- ・旧飛行場沖側 (T.P. -12m付近) の堆積が進行。

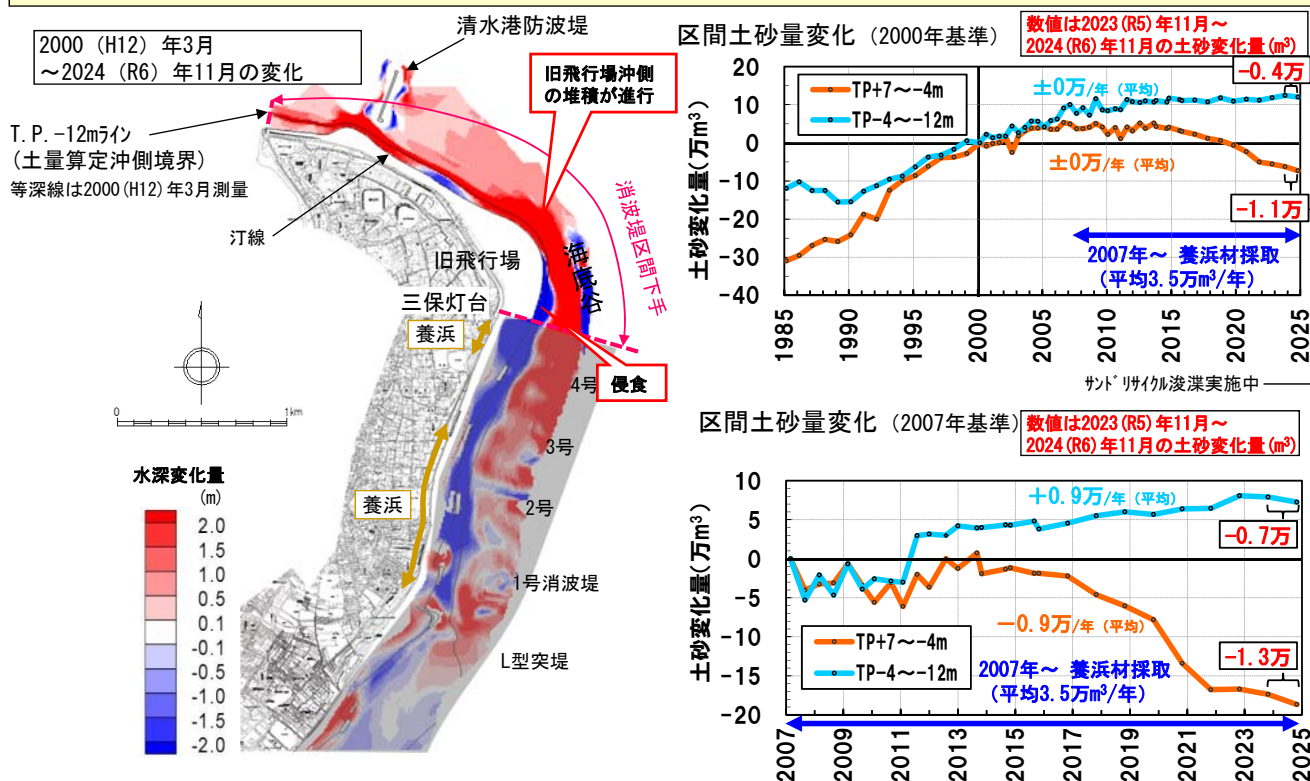
【消波堤区間下手の水深変化図】



【消波堤下手区間】 長期(24年間)の水深変化

■2000 (H12) 年3月～2024 (R6) 年11月の変化

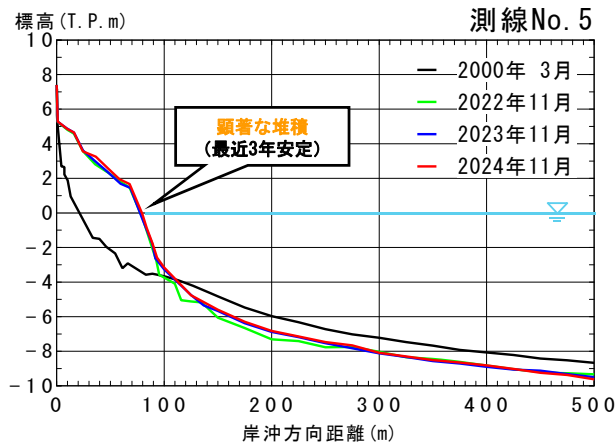
- ・旧飛行場沖側の堆積が進行、旧飛行場下手も堆積傾向。



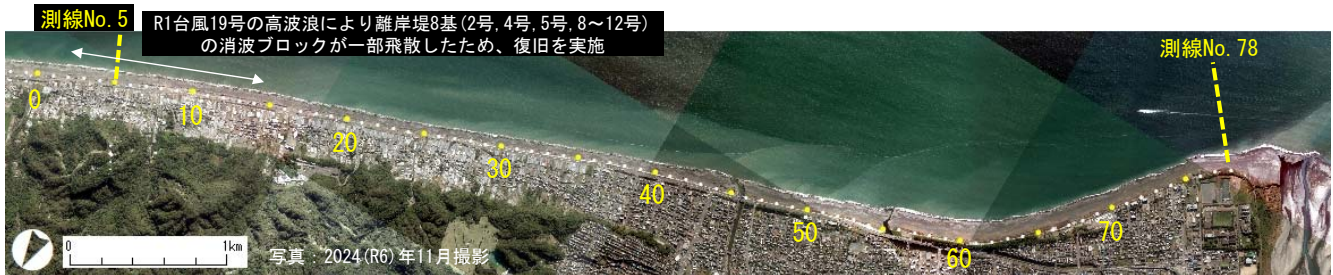
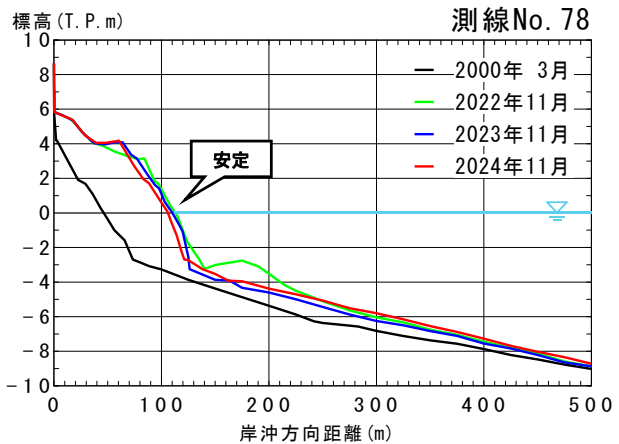
■ 静岡海岸

- ・ 安倍川河口左岸の測線No. 78は、最近3年は安定している。
- ・ 清水区との区界付近の測線No. 5は、最近3年は安定傾向。

○ 清水区との区界付近（静岡4号離岸堤測線）

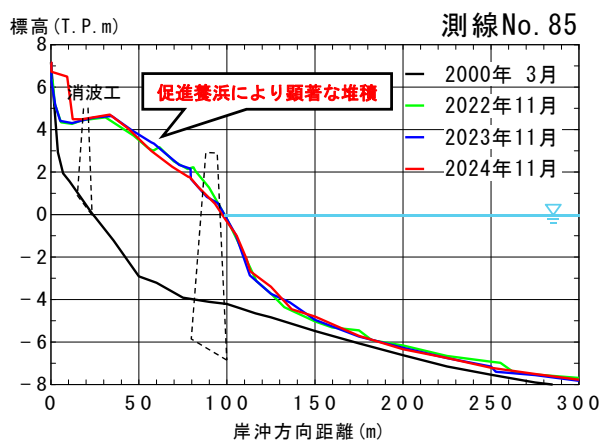


○ 安倍川河口左岸

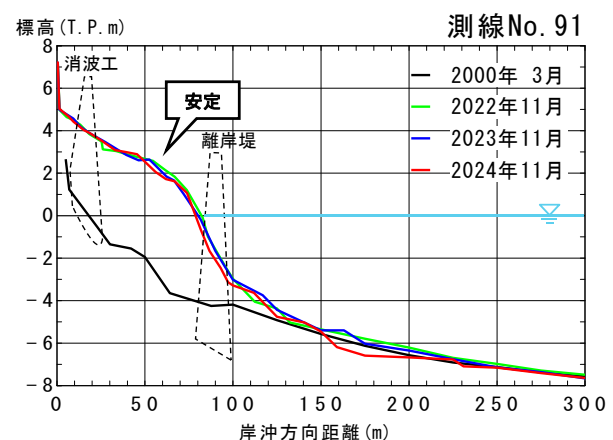


- ・ 測線No. 88～92は砂浜回復域の到達により砂浜が回復。
- ・ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部（測線No. 85）は令和元年台風19号により侵食された箇所が2021年までの促進養浜の実施により、砂浜が回復。

○ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部

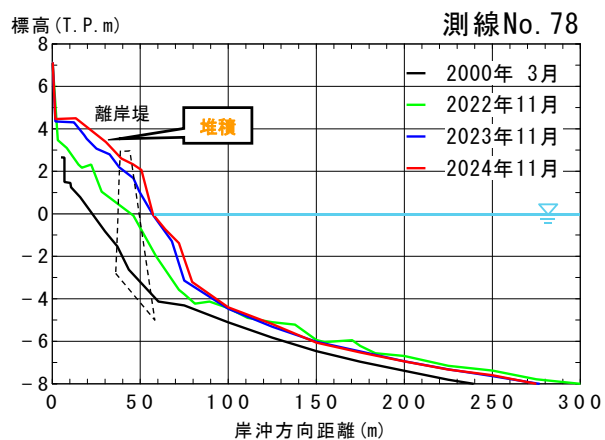


○ 砂浜回復促進養浜箇所より上手側

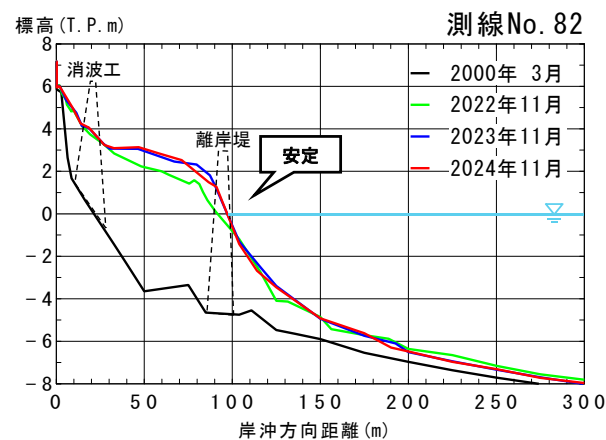


- ・ 蛇塚地区11号離岸堤（測線No. 82）は、2022年から2023年にかけて離岸堤岸側から沖側で堆積。
- ・ 増地区7号離岸堤（測線No. 78）は、2022年から2024年にかけて離岸堤岸側から沖側で堆積。

○増地区7号離岸堤

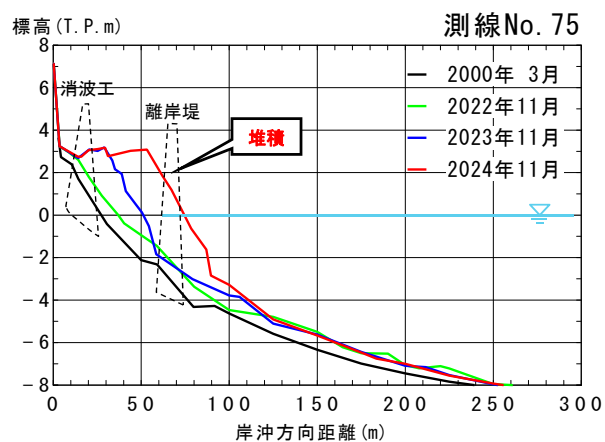


○蛇塚地区11号離岸堤

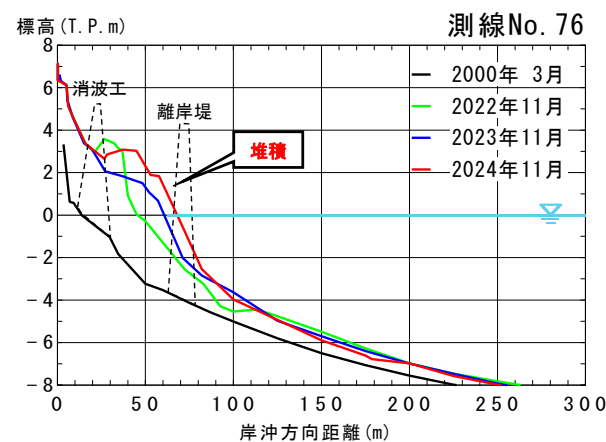


- ・ 増地区6号離岸堤（測線No. 76）は、2022年から2024年にかけて離岸堤岸側で堆積。
- ・ 増地区7号離岸堤（測線No. 75）は、2022年から2024年にかけて離岸堤岸側から沖側で堆積。

○増地区5号離岸堤

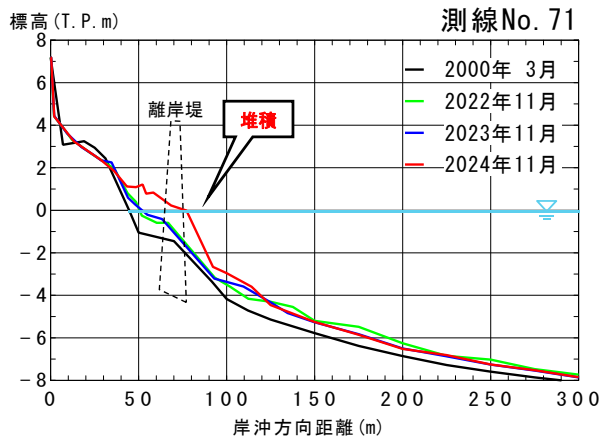


○増地区6号離岸堤

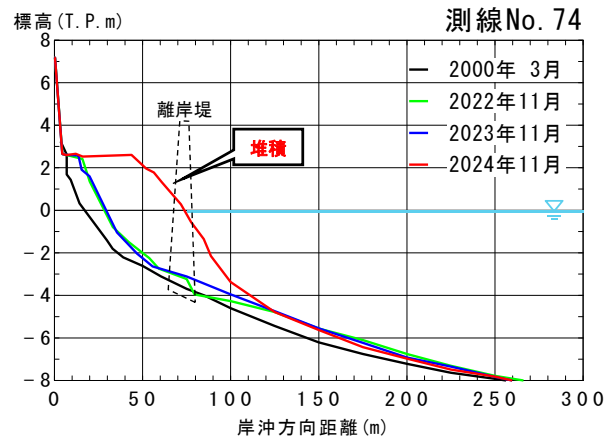


- ・増地区4号・5号離岸堤の開口部（測線No. 74）は、2024年に離岸堤岸側から沖側で堆積。
- ・増地区2号離岸堤（測線No. 71）は、2024年に離岸堤岸側から沖側で堆積。

○増地区2号離岸堤



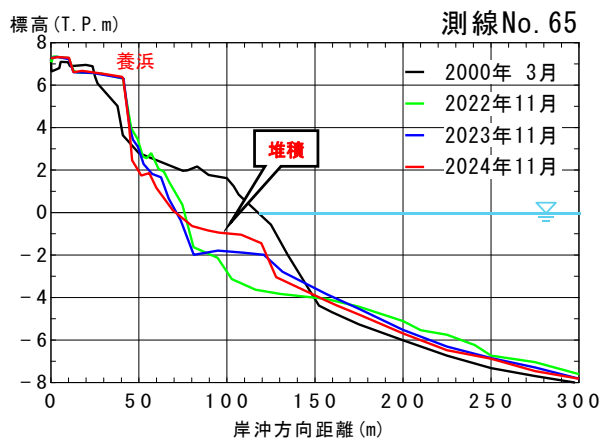
○増地区4・5号離岸堤の開口部



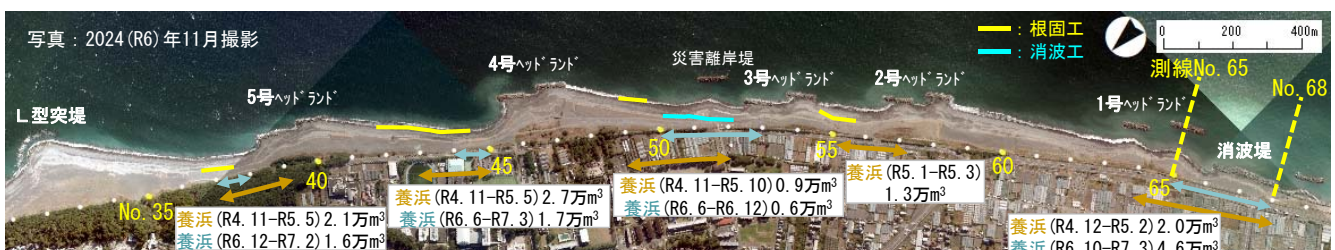
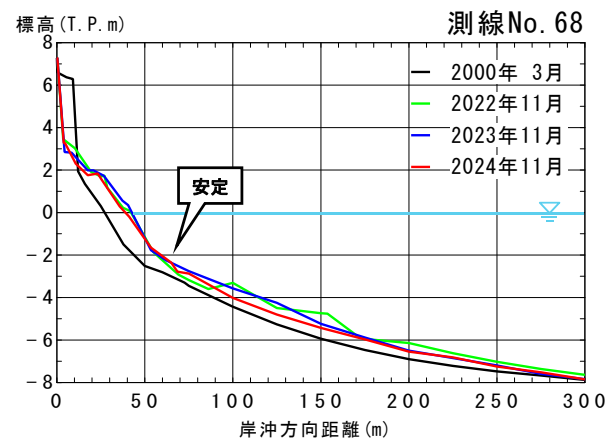
■増地区離岸堤～1号ヘッドランド

- ・増地区離岸堤下手の消波堤端部（測線No. 68）は安定傾向。
- ・1号ヘッドランド（測線No. 65）はヘッドランド背後の養浜の歩留まりは高く、沖側はやや堆積が生じている。

○1号ヘッドランド（養浜箇所）



○増地区離岸堤下手（消波堤端部）



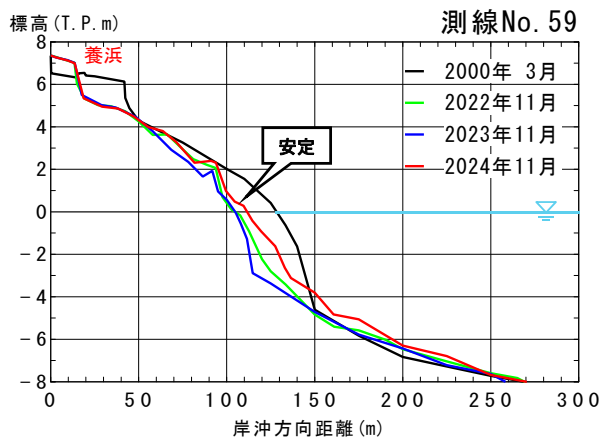
(9) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 35

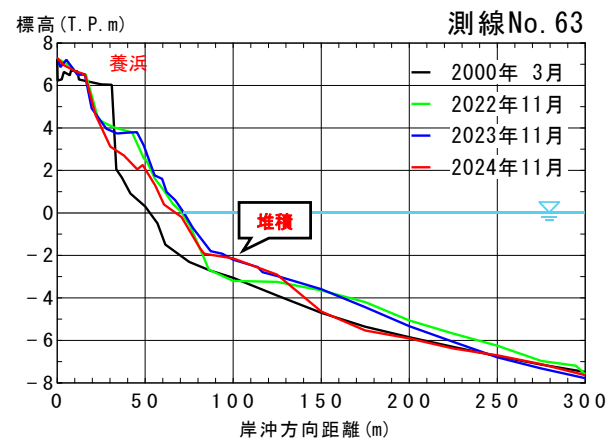
■1号～2号ヘッドランド

- ・1号ヘッドランド下手（測線No. 63）は、2022年以降はヘッドランド沖側の侵食箇所が埋め戻され堆積。
- ・2号ヘッドランド上手（測線No. 59）は、安定傾向。

○2号ヘッドランド上手



○1号ヘッドランド下手（養浜箇所）



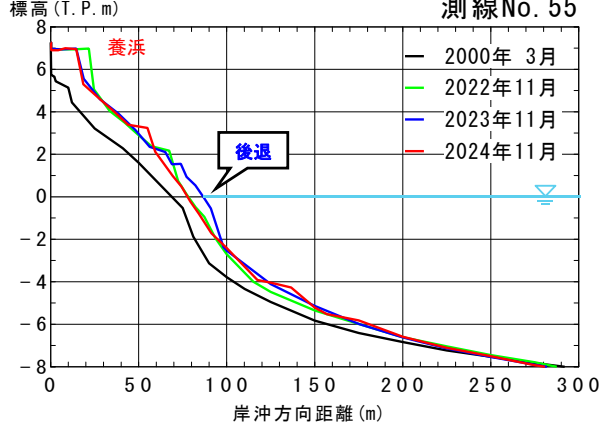
(9) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 36

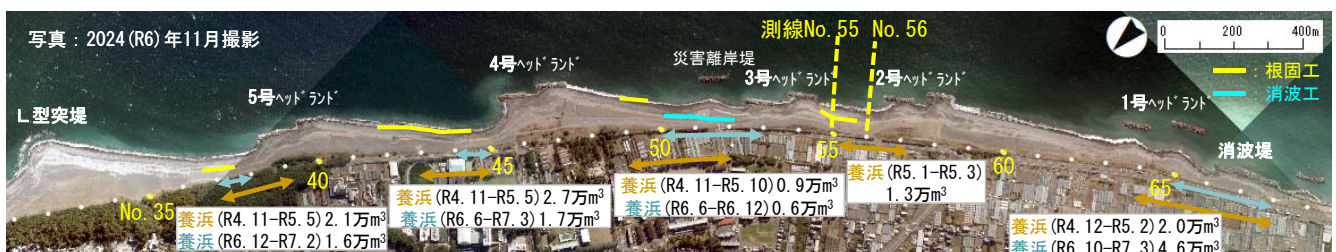
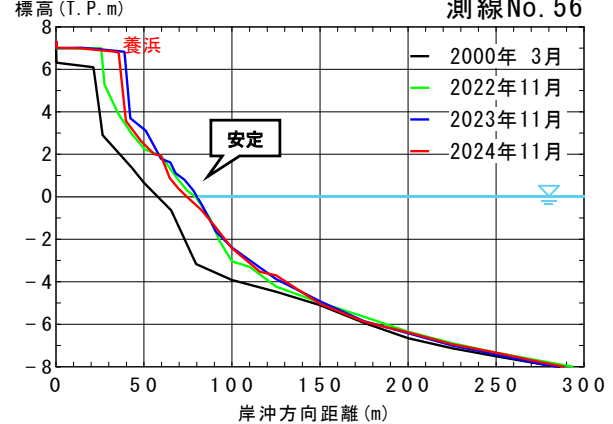
■2号～3号ヘッドランド

- ・2号ヘッドランド下手（測線No. 56）は、汀線付近で安定している（養浜の歩留まりが高い状態）。
- ・3号ヘッドランド上手（測線No. 55）は、汀線付近がやや後退している。

○3号ヘッドランド上手



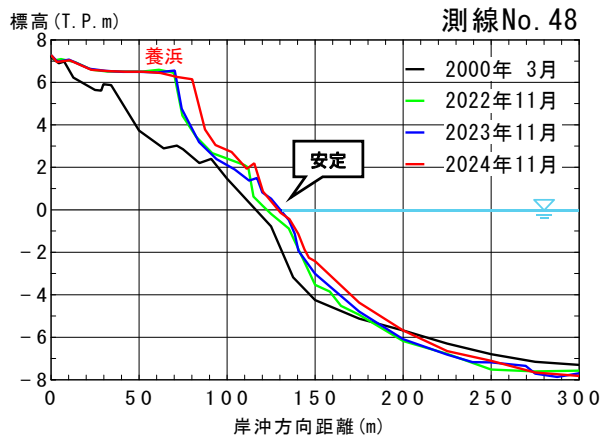
○2号ヘッドランド下手



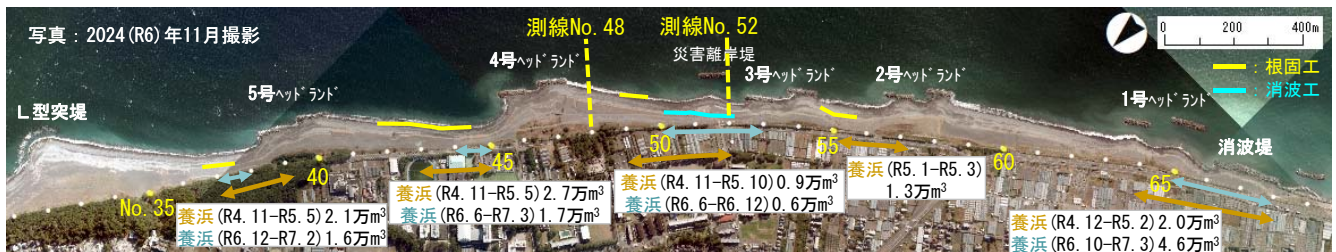
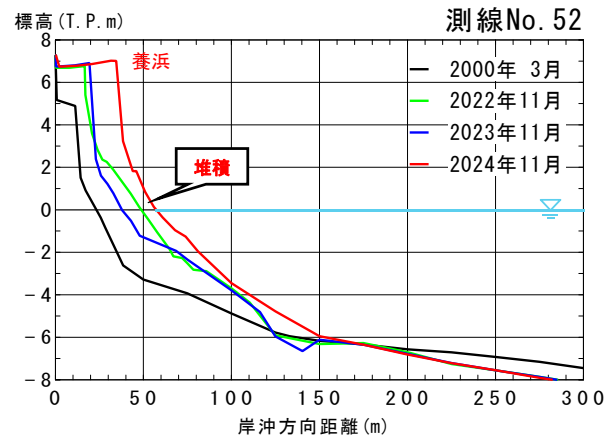
■3号～4号ヘッドランド

- ・3号ヘッドランド下手（測線No. 52）は、汀線付近が前進している（養浜の歩留まりが高い状態）。
- ・4号ヘッドランド上手（測線No. 48）は、汀線付近で安定している（養浜の歩留まりが高い状態）。

○4号ヘッドランド上手



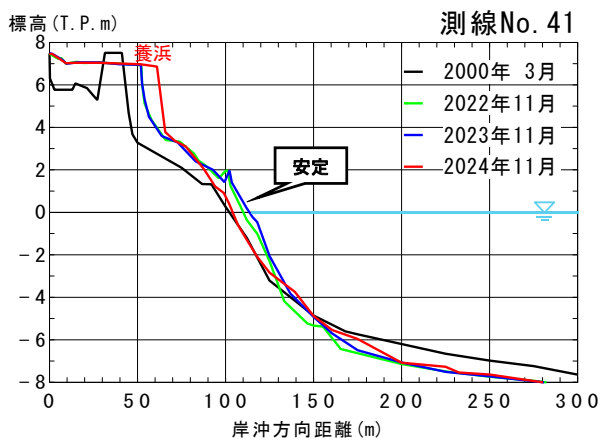
○3号ヘッドランド下手（養浜箇所）



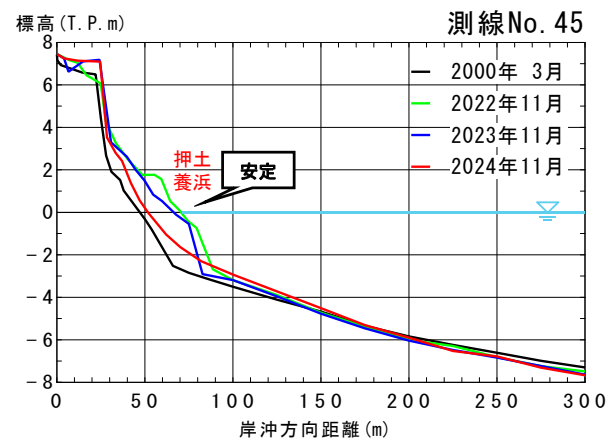
■4号～5号ヘッドランド

- ・4号ヘッドランド下手（測線No. 45）は、汀線付近からの押土養浜の実施により汀線付近が前進している。
- ・5号ヘッドランド上手（測線No. 41）は、養浜の実施により汀線が前進している。

○5号ヘッドランド上手（養浜箇所）



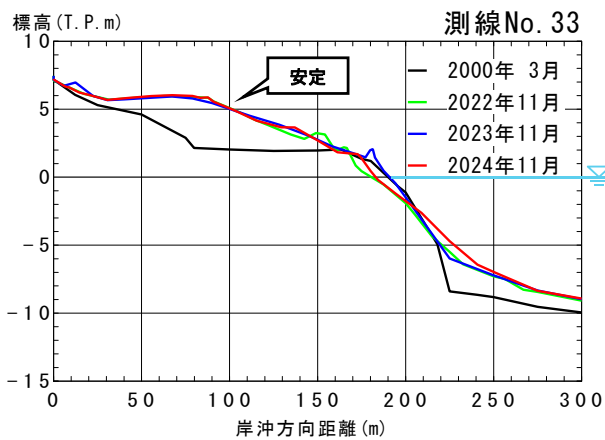
○4号ヘッドランド下手（養浜箇所）



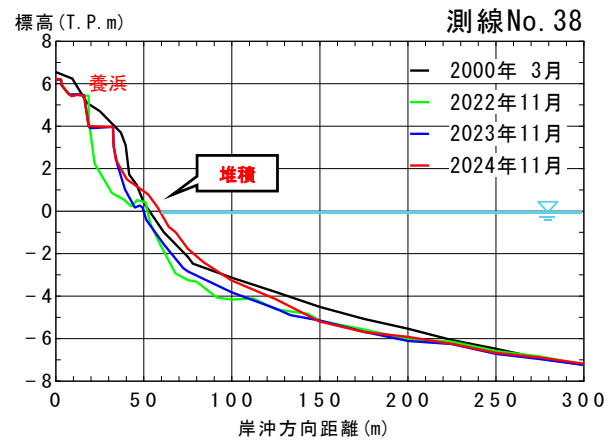
■5号ヘッドランド～L型突堤

- ・5号ヘッドランド下手（測線No. 38）は養浜実施により、汀線付近がやや前進（砂浜は狭い状態）。
- ・L型突堤上手（測線No. 33）はT. P. +2m以下で顕著な堆積。2019年以降は安定。

○L型突堤上手



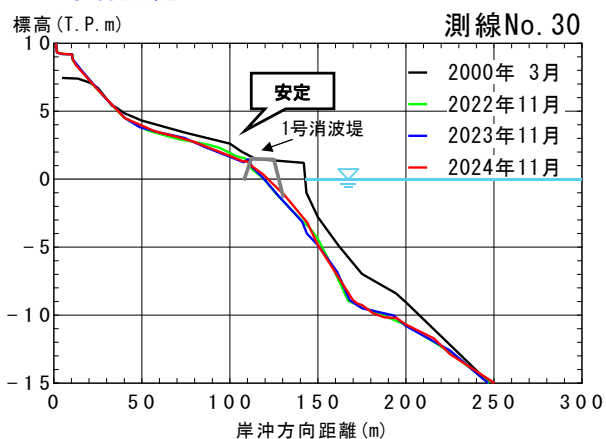
○5号ヘッドランド下手（養浜箇所）



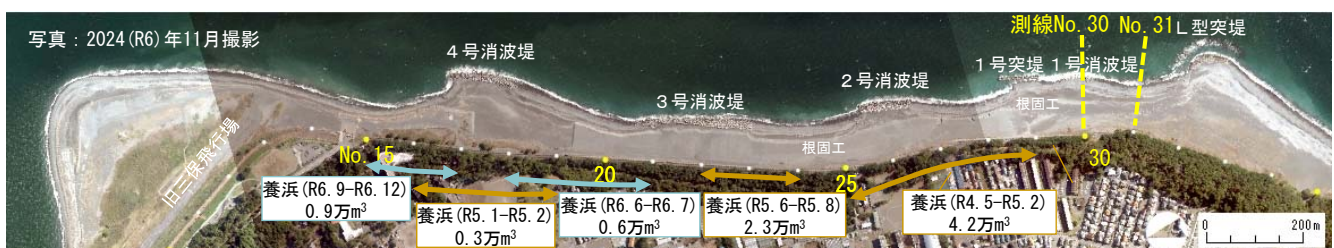
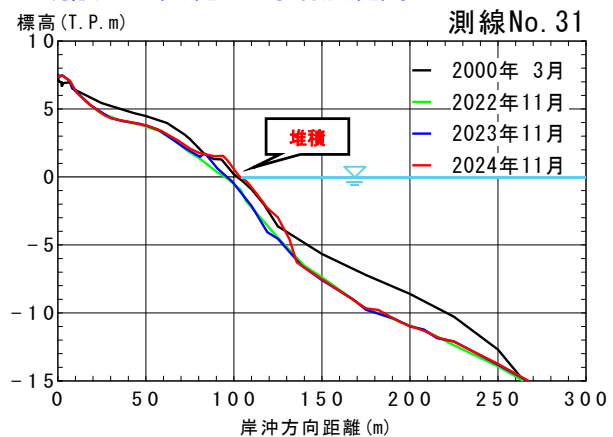
■1号消波堤周辺

- ・既設 L 型突堤～1号消波堤間（測線No. 31）は、2024年に汀線付近で堆積している。
※R2～6養浜未実施でも概ね安定
- ・1号消波堤背後（測線No. 30）は、2022年以降はT. P. +3m～-8m間で堆積した状態で安定。

○1号消波堤



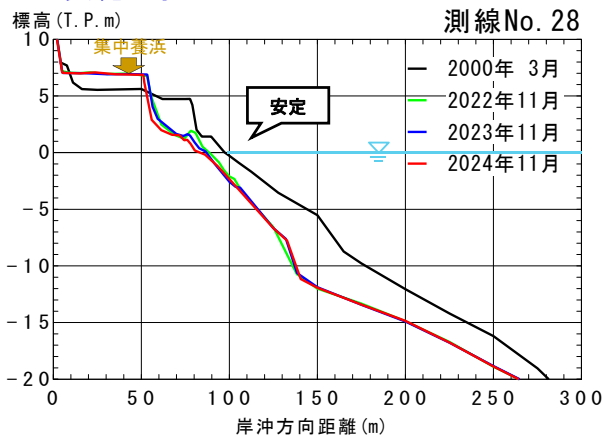
○既設 L 型突堤～1号消波堤間



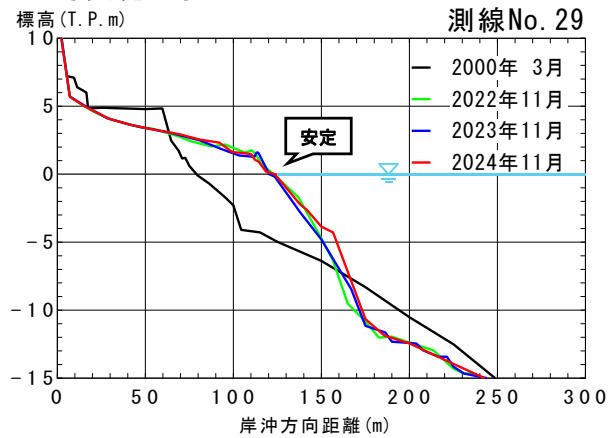
■ 1号消波堤～2号消波堤間

- ・ 1号突堤上手（測線No. 29）は1号突堤の効果と養浜の寄与により、2022年以降は安定している。（回復）が顕著。
- ・ 1号突堤下手（測線No. 28）は2017年以降、侵食傾向（必要砂浜幅が不足）であったが、養浜の実施と2号消波堤の復旧により必要砂浜幅を満足した状態を維持。

○ 1号突堤下手



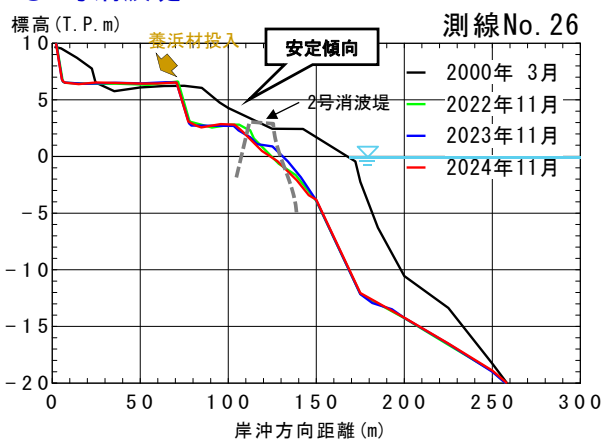
○ 1号突堤上手



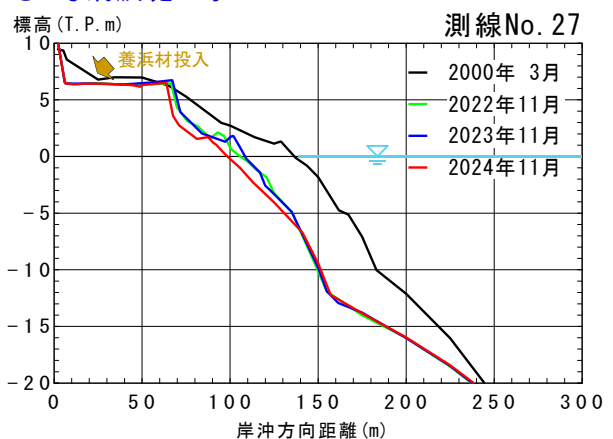
■ 2号消波堤周辺

- ・ 2号消波堤上手（測線No. 27）は養浜の実施と2号消波堤の復旧により、必要浜幅を満足した状態を維持。
- ・ 2号消波堤設置箇所（測線No. 26）は2019年台風19号の影響で侵食したが、養浜の実施と消波堤の復旧により2022年以降は安定傾向。

○ 2号消波堤



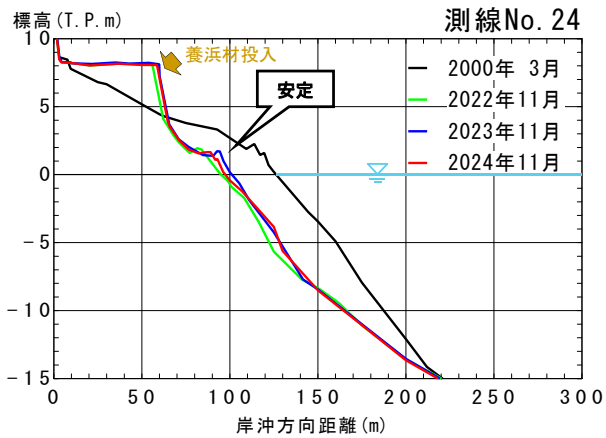
○ 2号消波堤上手



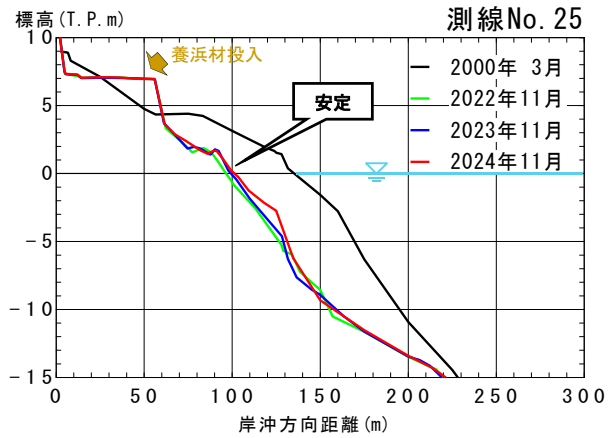
■2号消波堤～3号消波堤間

- ・2号消波堤下手（測線No. 25）は、2024年は汀線付近は安定。
- ・2号消波堤～3号消波堤間（測線No. 24）は、汀線付近は安定。

○2号消波堤～3号消波堤間



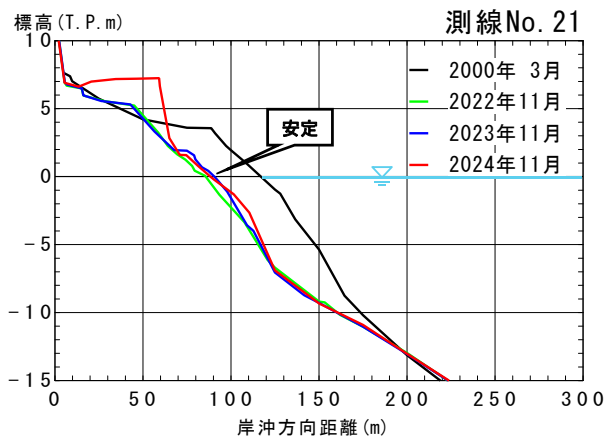
○2号消波堤下手



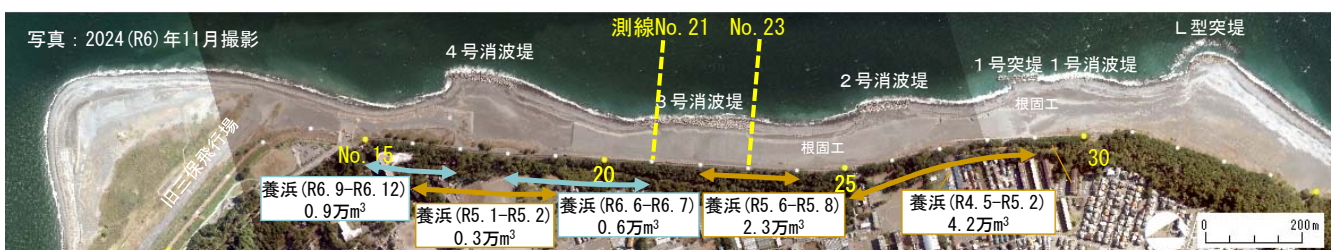
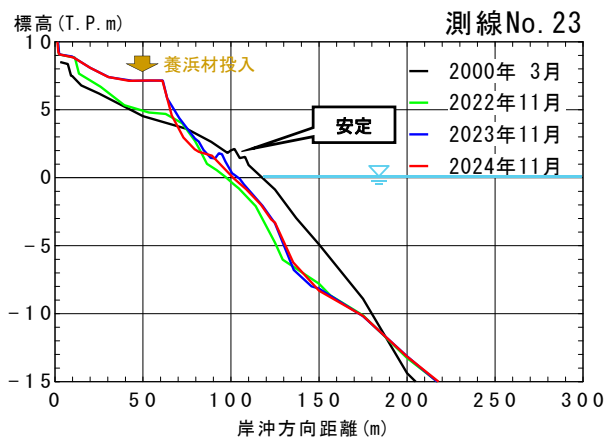
■3号消波堤周辺

- ・3号消波堤上手（測線No. 23）は、2022年以降は安定。
- ・3号消波堤下手（測線No. 21）は、2022年以降は安定。

○3号消波堤下手



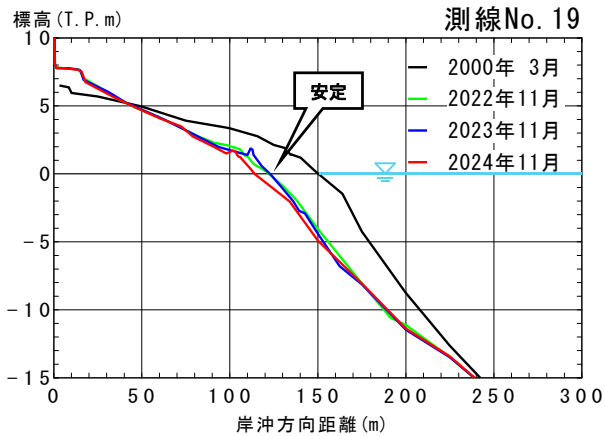
○3号消波堤上手



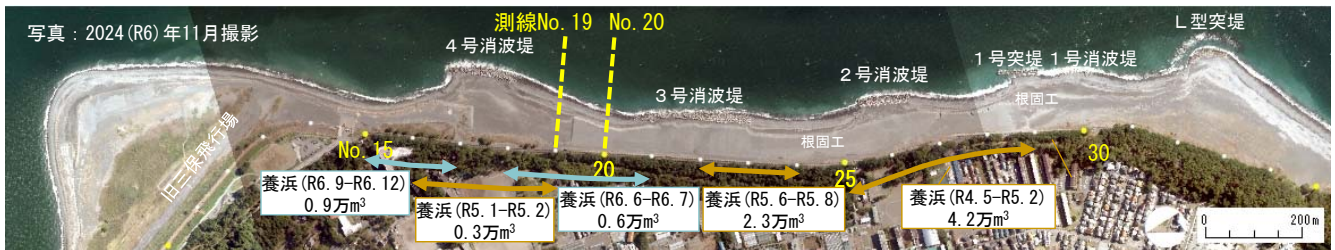
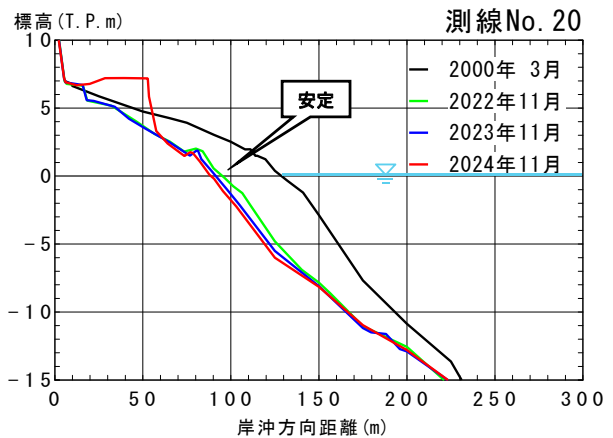
■3号消波堤～4号消波堤間

- ・3号消波堤～4号消波堤間（測線No. 20）は、2022年以降はT. P. +5m～-5m間でやや侵食。
- ・3号消波堤～4号消波堤間（測線No. 19）は、2022年以降はT. P. +2m～-5m間でやや侵食。

○3号消波堤～4号消波堤間



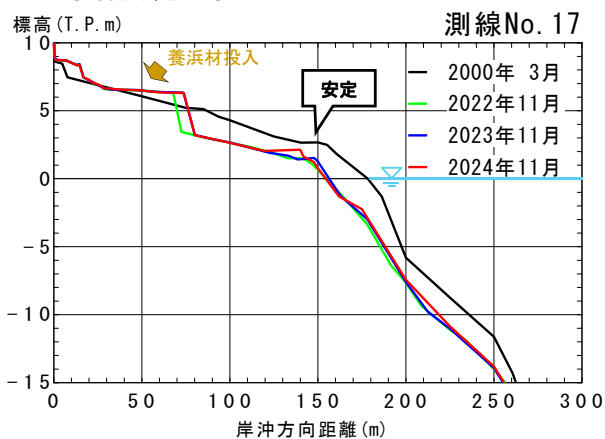
○3号消波堤～4号消波堤間



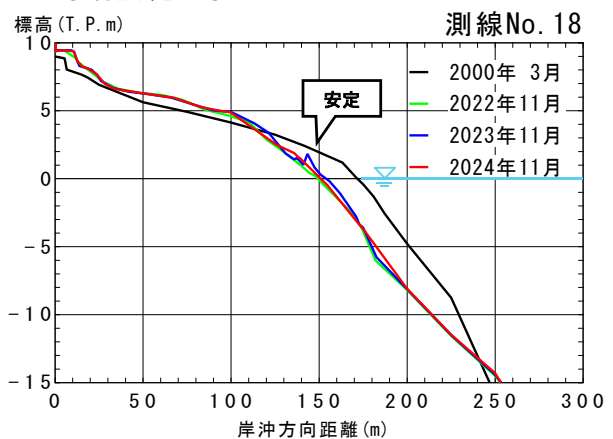
■4号消波堤周辺（2013年台風時の前面侵食により4号消波堤が沈下、その後2014年10月までに嵩上げ復旧）

- ・4号消波堤上手（測線No. 18）は、2022年以降は汀線付近で安定している。
- ・4号消波堤下手（測線No. 17）は2022年以降は汀線付近は安定している（陸側の盛土養浜の歩留まりは高い状態）。

○4号消波堤下手



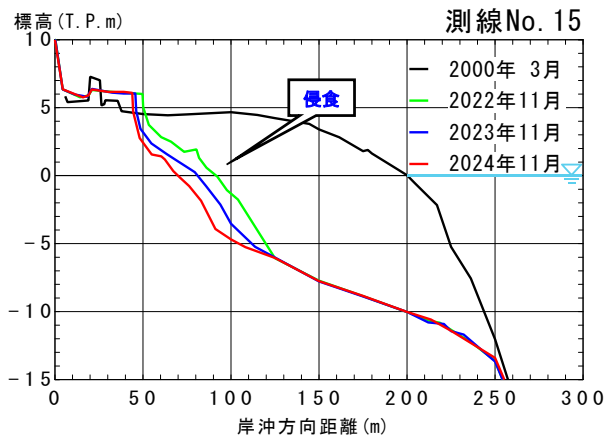
○4号消波堤上手



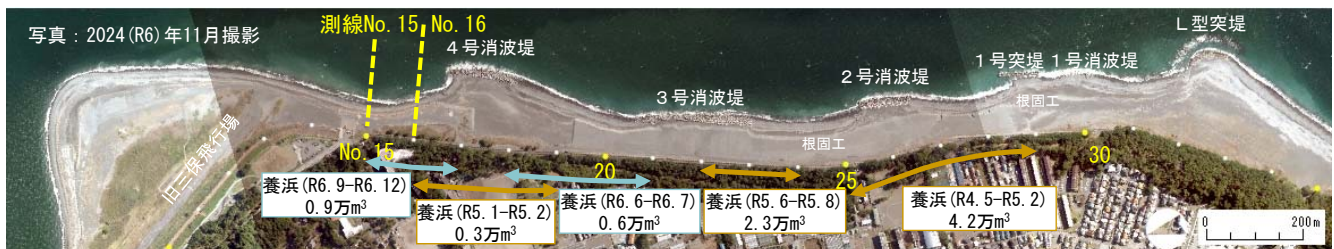
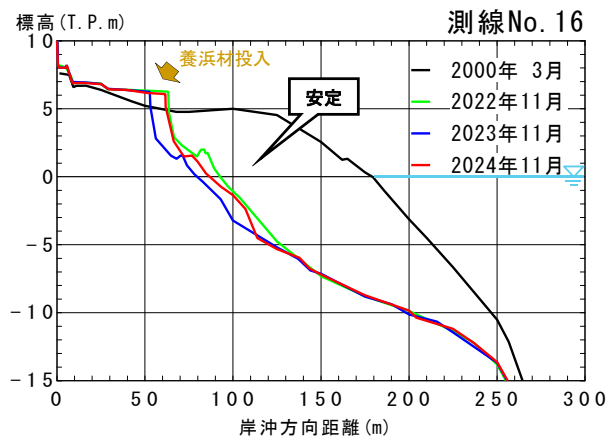
■4号消波堤下手

- ・4号消波堤下手（測線No. 16）は、2022年以降は汀線付近で安定している（陸側の盛土養浜を継続）。
- ・4号消波堤下手（測線No. 15）は、2022年以降はT. P. -6m以浅の範囲で侵食している。

○4号消波堤下手

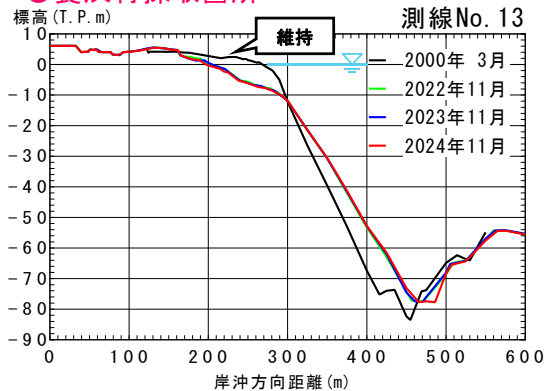


○4号消波堤下手

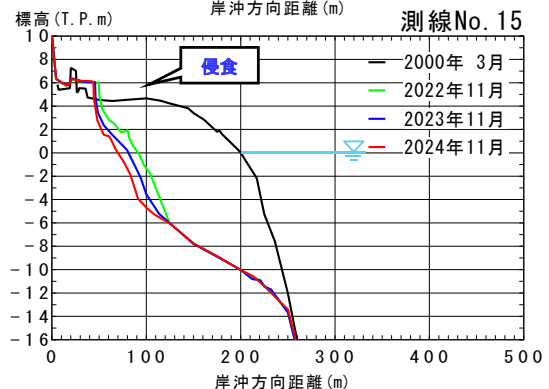
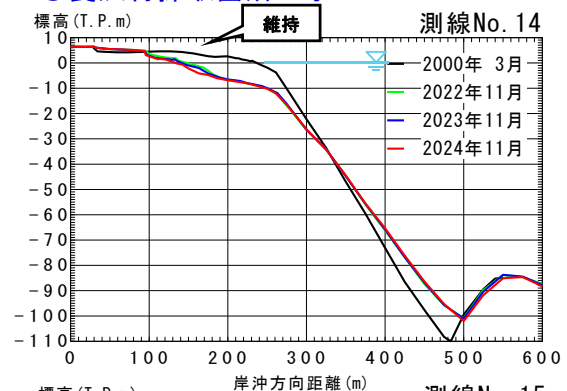


- ・養浜材採取箇所上手（測線No. 15）は、2022年以降はT. P. -6m以浅の範囲で侵食している。
- ・養浜材採取箇所（測線No. 13）は維持されている。

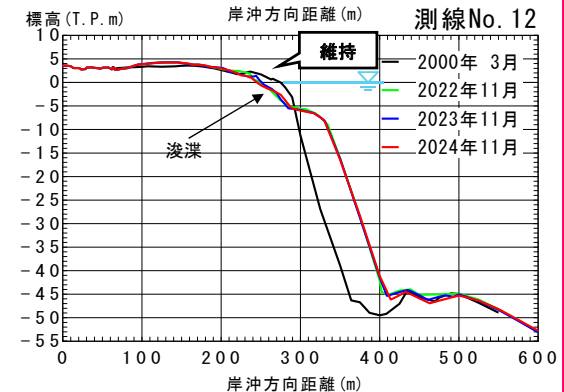
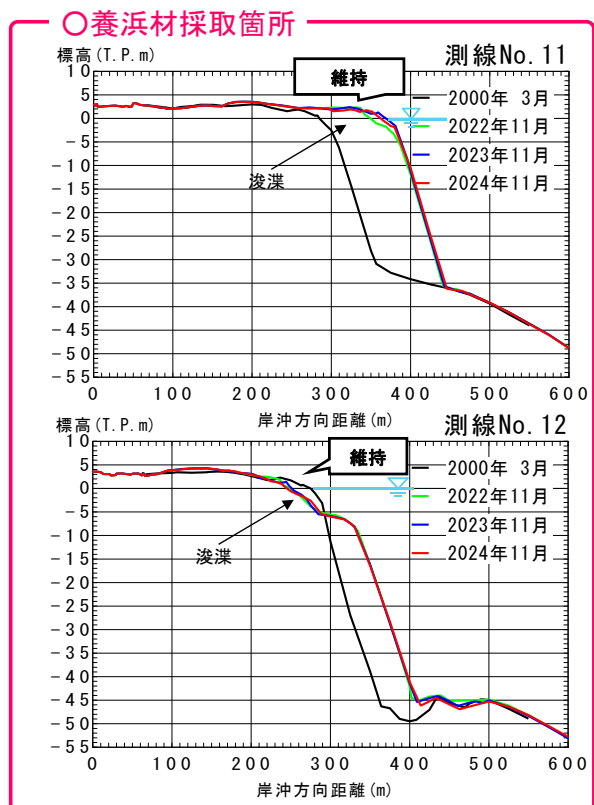
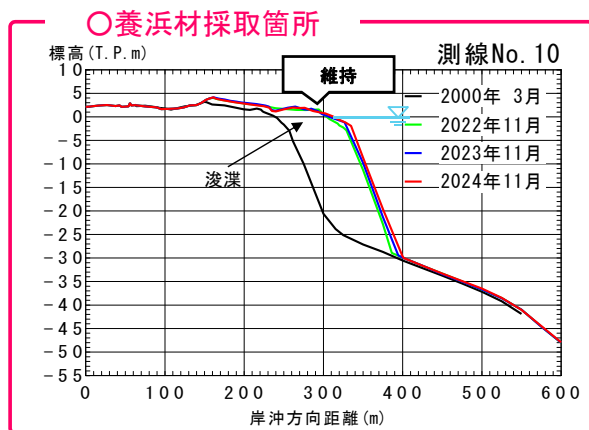
○養浜材採取箇所



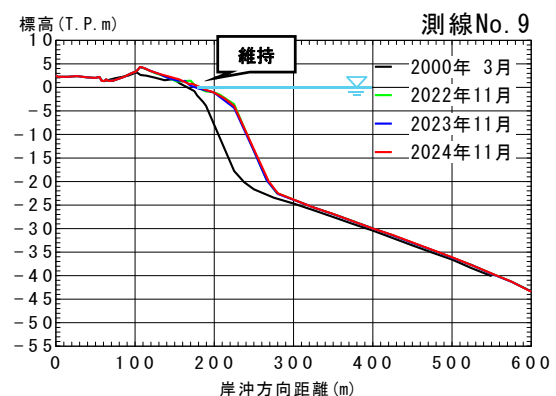
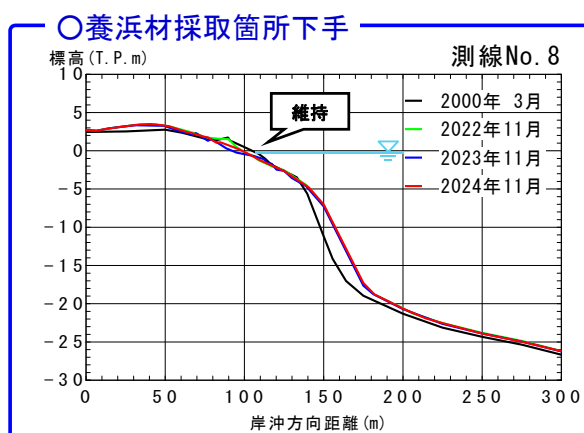
○養浜材採取箇所上手



- ・ 養浜材採取箇所（測線No. 12）は維持されている。
- ・ 養浜材採取箇所（測線No. 10、11）は維持されている。

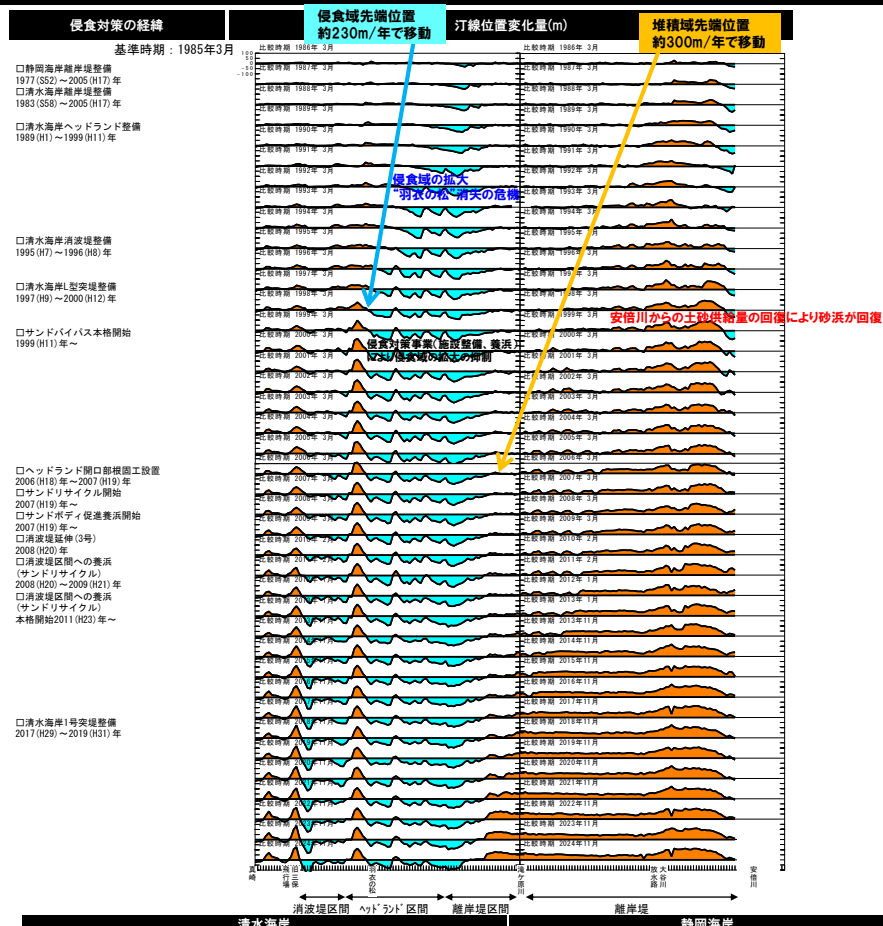


- ・ 養浜材採取箇所下手（測線No. 8、9）は維持されている。



(9) 砂浜回復域の進行状況【汀線変化図(1985年基準)】

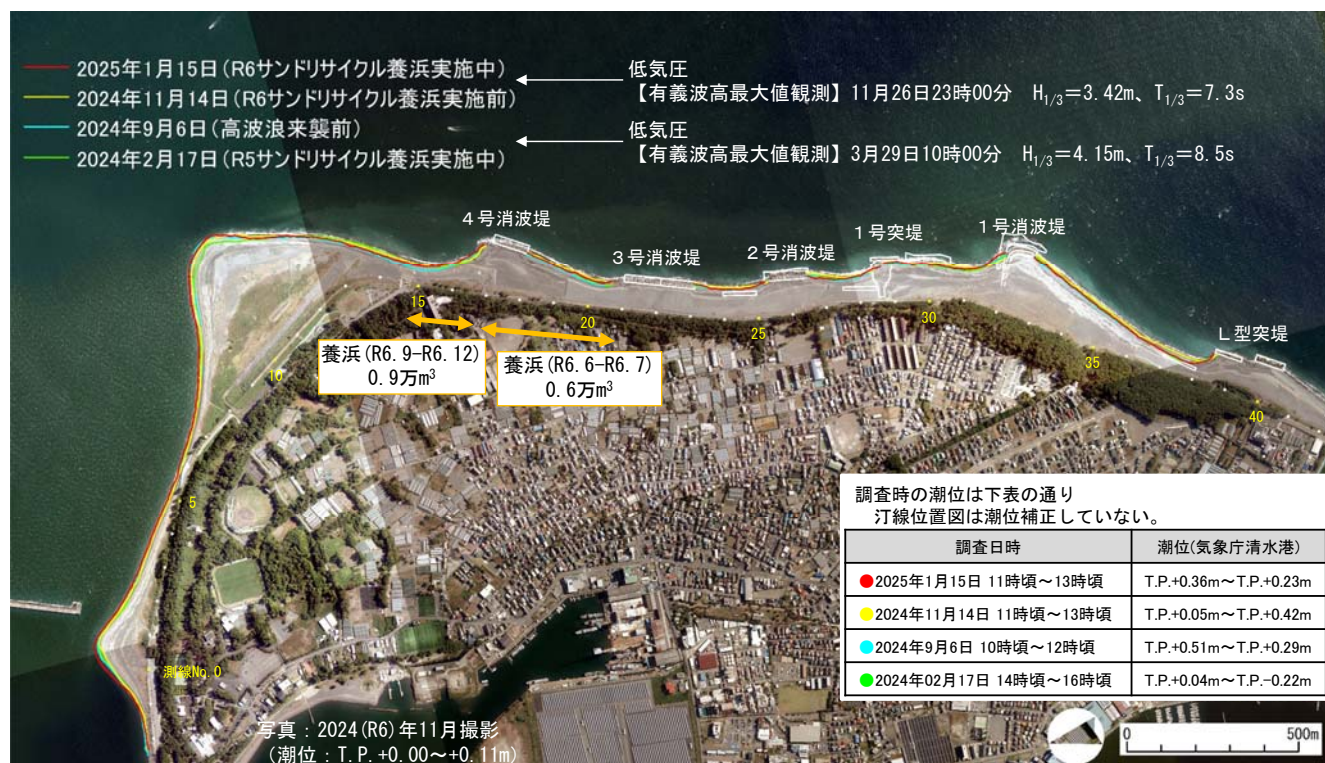
51



（10）消波堤区間の簡易GPS汀線測量

52

- ・ 1号突堤下手はR2年度の2号消波堤の復旧と集中養浜の実施により汀線位置は安定している。
- ・ 4号消波堤下手は養浜の実施により汀線がやや前進した。



(11) サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討 ― 養浜材採取箇所の実態 ― 53

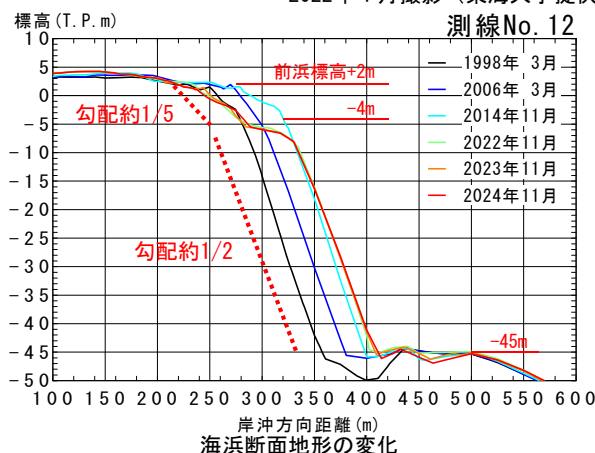
- ・ 大量の沿岸漂砂が現在もT.P. -4.0m以深の急斜面を経て海底谷に落ち込み、堆積を続けている。
- ・ 急斜面は岸沖方向に平行移動しつつ現在も前進している。

地形特性

- ・ 写真のとおり、汀線に沿って帯状の白い堆積域が伸びており、主に礫が堆積している。
- ・ 礫の堆積域は舌状砂州の最突出点A付近まで沿岸方向に一樣に伸びているが、Bに接近すると大きく狭まる。
- ・ これは汀線付近への入射波高（碎波波高）が西向きに低下していることを示す。
- ・ 舌状砂州の任意地点での汀線角が場所により大きく変化しており、波は汀線の法線方向に対して左側から大きく斜めに入射するため、強い沿岸漂砂が起こる条件にある。



2022年1月撮影（東海大学提供）



海浜断面地形

- ・ 前浜の平均標高は+2m
- ・ バームから前浜勾配約1/5で-4mまで落ち込む
- ・ -4m以深でほぼ1/2の安息勾配の急斜面
- ・ 急斜面は-45mまで続き、急斜面は平行移動しつつ現在も前進

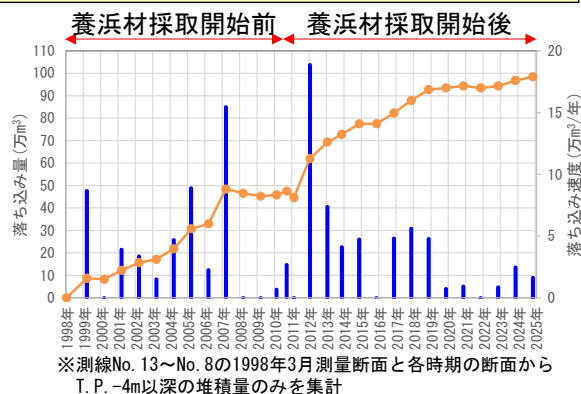
(11) サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討 ― 旧飛行場前面の海底へ落ち込む土砂量の変化 ― 54

- ・ 旧飛行場前面の海底への土砂の落ち込み量は、サンドリサイクル養浜材採取の開始前で3.8万m³/年、開始後の2024年時点で3.6万m³/年となっており、海底への土砂の落ち込みは継続している。
- ・ 海底への土砂の落ち込み量は年毎に変動が大きい、2019年～2024年の落ち込みは少なかった。

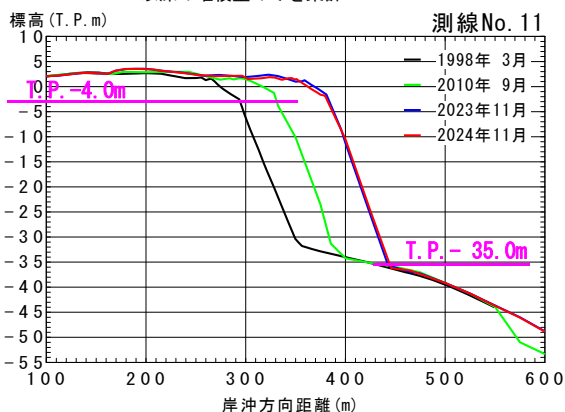
＜飛行場前面（NO. 13～NO. 8）の土砂落ち込み量＞

	サンドリサイクル養浜材採取の開始前 (1998年3月～2010年9月)	サンドリサイクル養浜材採取の開始後 (2010年9月～2024年11月※)
集計期間年数	12年6ヵ月	14年2ヵ月
T.P.-4.0m以深への土砂の落ち込み量	47.5万m ³	51.0万m ³
年平均堆積速度 (T.P.-4.0m以深)	3.8万m ³ /年	3.6万m ³ /年

※2010年以降、久能観測所の2000年～2024年間の波高上位10波の台風のうち、8回の台風がこの期間に来襲。2011年の台風15号及び2019年の台風19号の来襲時には三保灯台前面の越波等が発生。



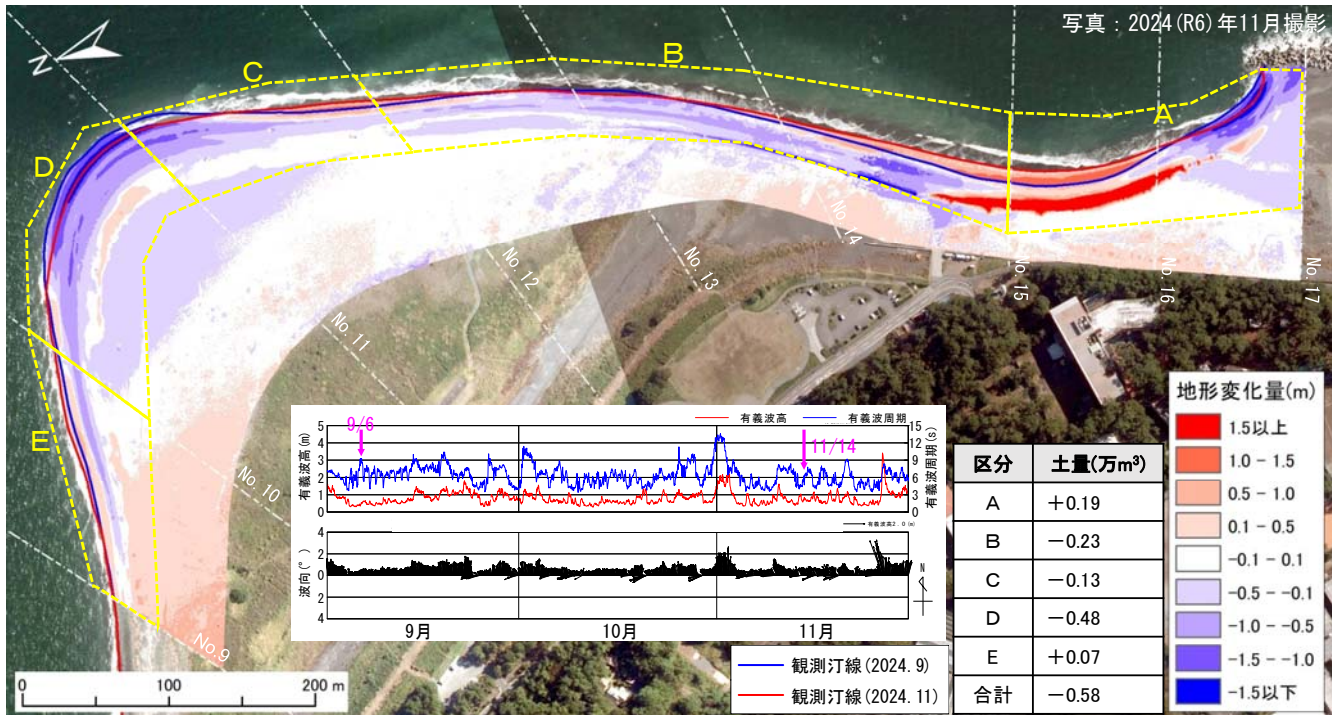
※測線No. 13～No. 8の1998年3月測量断面と各時期の断面からT.P. -4m以深の堆積量のみを集計



(11) サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討ーサンドリサイクル養浜材採取モニタリングー 55

- ・ A 領域は養浜により0.2万m³の堆積、B 領域は汀線が後退し0.2万m³の侵食。
- ・ C 領域は0.1万m³の侵食、D 領域は汀線がやや後退し0.5万m³の侵食。E 領域は汀線がやや前進し0.1万の堆積。
- ・ 区間全体の土量変化は0.6万m³の侵食であった。モニタリング 期間中は有義波高2m程度以下で静穏が続いたため、沿岸漂砂上手からの土砂の供給は少なかったものと考えられる。11月以降より養浜材採取を開始したため、養浜材採取前後のモニタリングを継続していく。

【地形変化図：2024 (R6) 年9月～2024 (R6) 年11月 (2ヵ月)】



(12) 消波堤区間の計画養浜量の見直し検討ー数値シミュレーションの計算条件ー 56

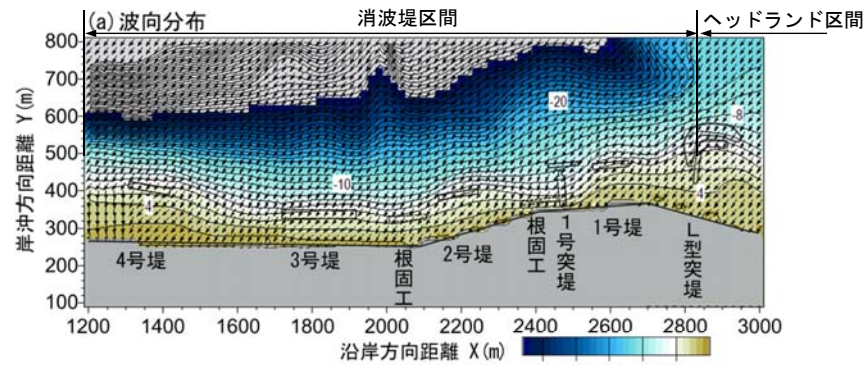
- ・ 令和5年度は2号新堤(南)の配置位置の変更のための地形変化予測シミュレーションを行った。さらに、令和6年度は、対象区間の砂浜が大きく回復し、必要砂浜幅を確保している状態を維持しているため、今後の計画養浜量の見直しのための予測シミュレーションを行った。
- ・ 令和5年度検討：2号新堤(南)の当初配置計画(予測ケース1)と変更配置計画(予測ケース2)
- ・ 令和6年度検討：近年の海浜安定状況を踏まえて、計画養浜量を8万m³/年から5万m³/年に見直しを検討(予測ケース3)

※現行の計画養浜量は、2019年台風19号による1号突堤下手の侵食状況を踏まえた地形変化計算(再現期間2017～2021年間)の検討結果である(8万m³/年)。今回、再現期間を2010～2023年と約13年間に延ばすことにより、計算の平準化を行うとともに、計算条件を更新し、必要砂浜幅確保のための養浜量を検討。

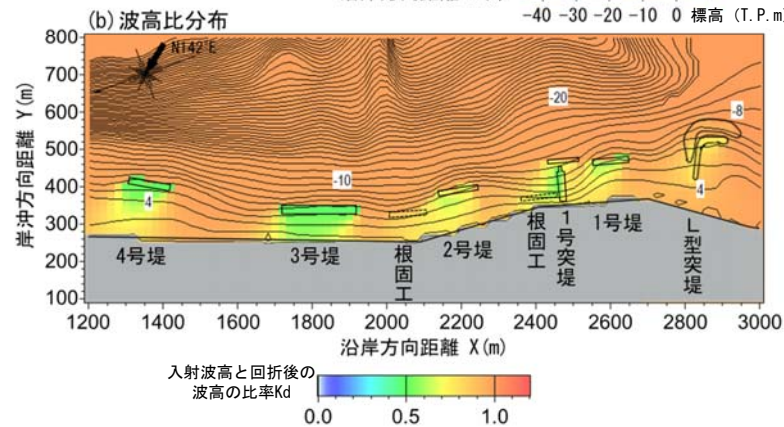
計算モデル	地形変化計算：BGモデル 波浪場の計算：不規則波の方向分散法	境界条件	右端 (X=2900 m)：等深線固定(漂砂の流入流出自由) 左端 (X=0 m)：q = 0 (漂砂の流入流出なし) 岸端 (Y=0 m)：等深線固定(漂砂の流入流出自由) 沖端 (Y=1020 m)：q = 0 (漂砂の流入流出なし)
計算対象領域	波浪変形計算：沿岸方向3,700m×岸沖方向1,020m 地形変化計算：沿岸方向1,800m×岸沖方向700m (予備計算領域X=2,900mを右側境界とした)	養浜条件	養浜は堤防前面での土砂の湧き出し方式で与える 盛土幅ΔYは20m 再現計算：2010～2023年 予測計算：ケース1 当初配置計画 ケース2 変更配置計画(2号新堤(南)を28.3m沖出し) ケース3 変更配置計画+養浜量5万m ³ /年に見直し
計算ケース	再現計算：2010～2023年 予測計算：ケース1 当初配置計画 ケース2 変更配置計画(2号新堤(南)を28.3m沖出し) ケース3 変更配置計画+養浜量5万m ³ /年に見直し	構造物の波高伝達率 (Kt)	L型突堤：沖側0.95、岸側0.8、1号消波堤：0.6、 1号突堤：横堤0.7、縦堤：0.7、下手側根固工：0.9 2号消波堤(2010～2017, 2021～2023)：0.7、被災2号消波堤(2017～2023)：0.9、下手側の根固工：0.9 3号消波堤：0.5、4号消波堤：0.5 2号突堤 横堤：0.7、縦堤：0.7 2号新堤(南)(北)：0.7
計算期間	再現計算：2010年9月～2023年12月(13年間) 予測計算：20年間	計算対象領域	2022年10月 調査対象区域 -----2003年1月汀線
初期地形	再現計算：2010年9月深淺図(水深16m以深は固定床) 予測計算：2023年12月の再現地形		
入射波条件	波高H=3.0m、周期T=9.0s(5%出現頻度波浪) 波向θ=N142°E(試行計算により決定)		
潮位条件	M.S.L.±0.0m		
空間メッシュ	ΔX=20m		
時間間隔Δt	Δt=10hr/step		
ステップ数	876step/yr		
平衡勾配	陸上～-8m tanβc = 1/7、-8m以深tanβc = 1/10		
土砂落ち込みの限界勾配	tanβg = 1/2、水深17m以深ではtanβg = 1/20		
漂砂の水深方向分布	宇多・河野の3次式		
波による地形変化の限界水深	X=1200～1400m：hc=11～14m、X=1400～1900m：hc=14m、 X=1900～2100m：hc=14～16m、X=2100～2300m：hc=16m、 X=2300～3000m：hc=16～9m		
バーム高	h _B = 3 m		
漂砂量係数	再現計算K _v =0.0029、K _v /K _s =1.0、K _s =1.62K _v		

- 地形変化計算に用いる波向は南方向とした。消波堤区間の海岸線の法線方向に対して右斜めから入射し、北東方向への沿岸漂砂が生じる条件である。
- 波高は構造物背後で低減する条件とした。

■ 波向分布

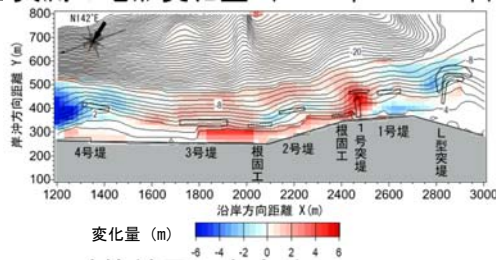


■ 波高比分布

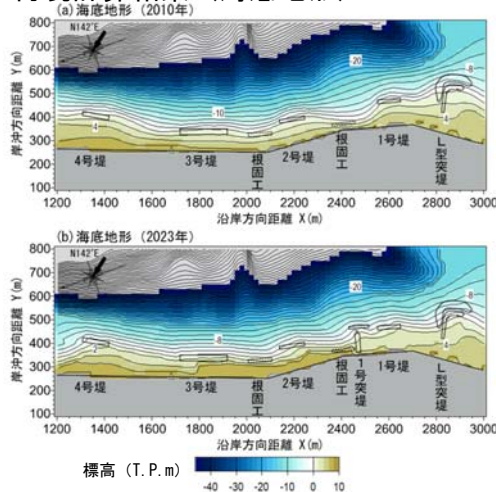


- 2010年地形をもとに、2019年、2023年地形の再現計算を行った。
- 2010年～2019年の1号突堤上手での汀線前進、下手での汀線後退、2019年～2023年の1号突堤上手および下手での汀線の回復が再現された。

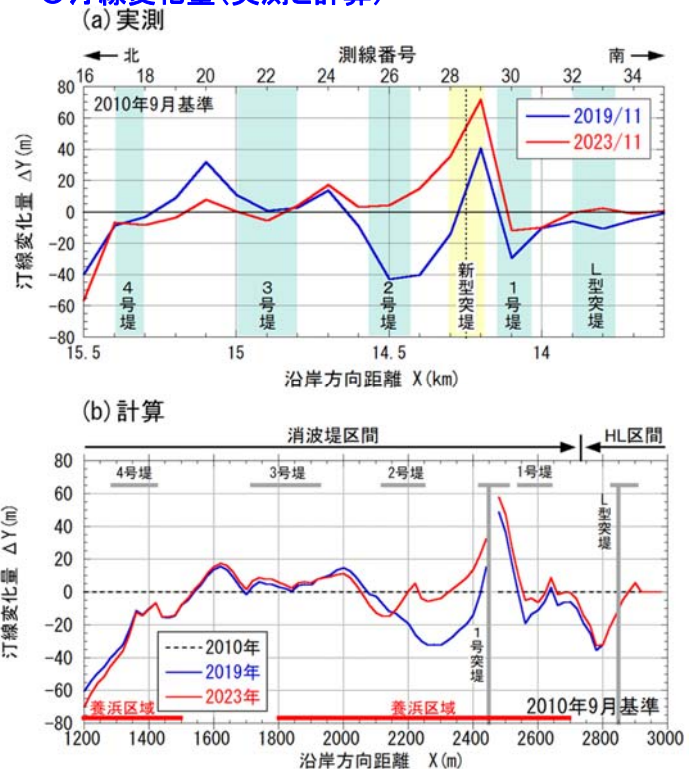
■ 実測の地形変化量 (2010年～2023年)



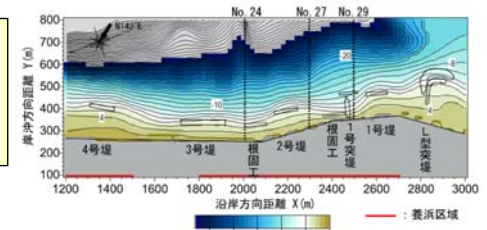
■ 再現計算結果 (海底地形)



○ 汀線変化量 (実測と計算)



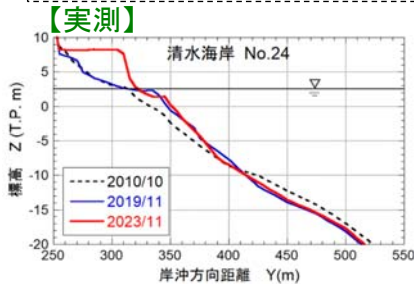
- ・ 2010年地形をもとに、2019年、2023年地形の再現計算を行った。
- ・ 1号突堤上手(No. 29), 1号突堤下手(No. 27), 2号消波堤下手(No. 24)での陸上部から水中部にかけての地形変化傾向が再現された。



■海浜断面地形変化（実測と計算）

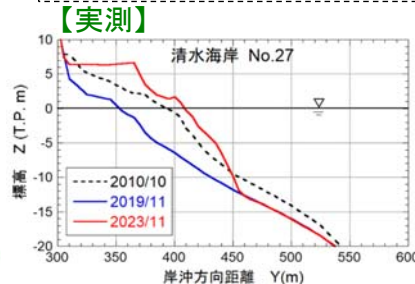
○測線No. 24

実測の2010年から2019年の汀線維持、水中部の堆積、2019年から2023年の維持傾向が計算で再現された。



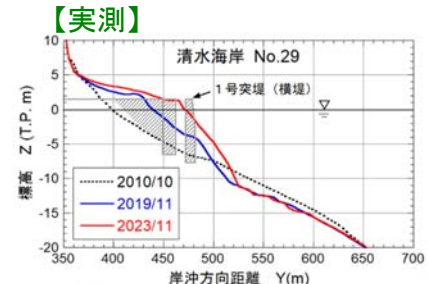
○測線No. 27

陸上から水中部にかけての実測の2010年から2019年の侵食、2019年から2023年の回復が計算で再現された。



○測線No. 29

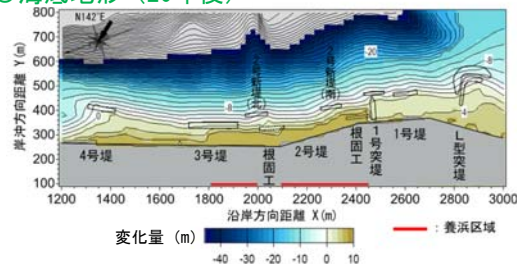
実測の1号突堤より岸側と沖側の堆積が計算で再現された。



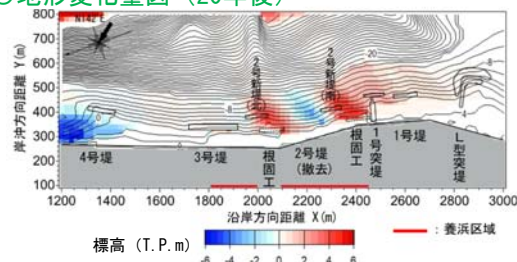
【ケース1：当初配置計画（計画養浜量8万m³/年）】

- ・ 汀線変化量は、1号突堤～2号新堤（南）で汀線が前進し、2号新堤（南）の下手側は2号消波堤（2号堤）の撤去により汀線が後退する。
- ・ 浜幅は、1号突堤～3号消波堤（3号堤）上手間において必要浜幅80mが確保される。3号消波堤下手で必要浜幅が不足する箇所においては、養浜の配分見直し等により対応を図る。

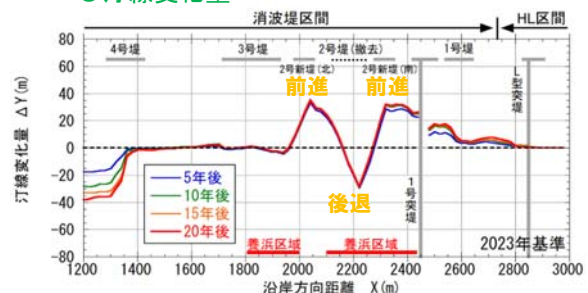
○海底地形（20年後）



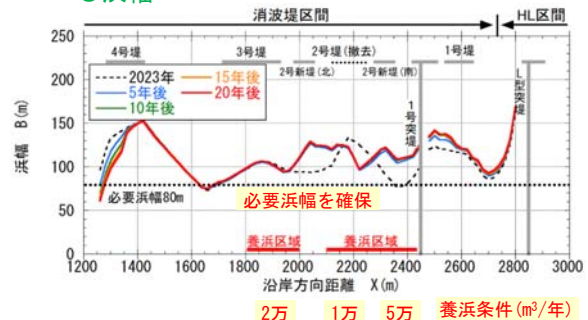
○地形変化量図（20年後）



○汀線変化量



○浜幅

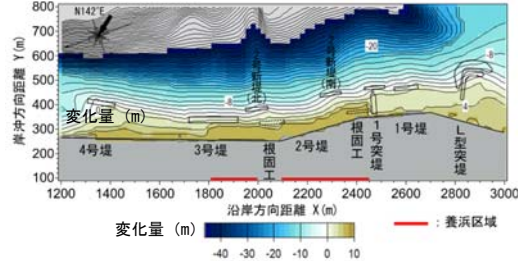


2万 1万 5万 養浜条件 (m³/年)

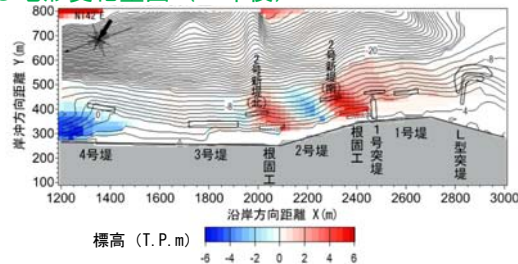
【ケース2:変更配置計画(2号新堤(南)を約28m冲出し)(計画養浜量8万m³/年)】

- ・汀線変化量は、1号突堤～2号新堤(南)で汀線が前進し、2号新堤(南)の下手側は2号消波堤(2号堤)の撤去により汀線が後退する。2号新堤(南)の冲出しによりケース1に比べて上手側で僅かに汀線が前進するがケース1と傾向に違いは見られない。
- ・浜幅は、1号突堤～3号消波堤(3号堤)上手間において必要浜幅80mが確保される。3号消波堤下手で必要浜幅が不足する箇所においては、養浜の配分見直し等により対応を図る。
- ・2号新堤(南)の冲出しを行うケースでも必要浜幅が確保されるため、2号新堤(南)の配置を変更する。

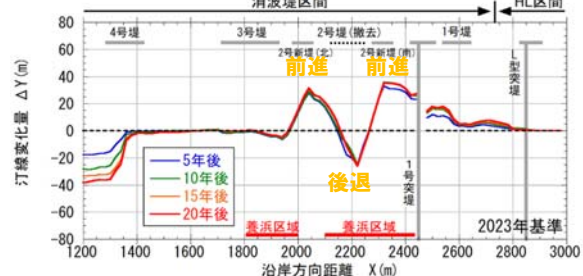
○海底地形(20年後)



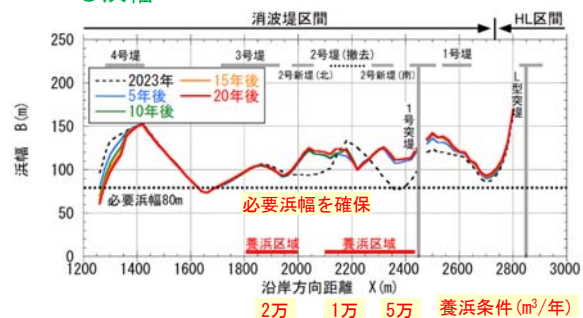
○地形変化量図(20年後)



○汀線変化量

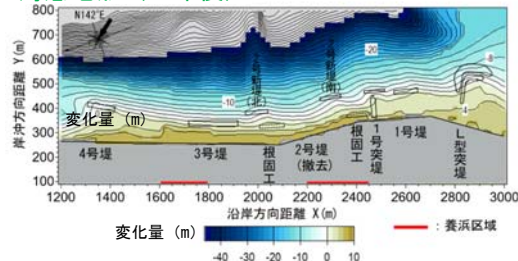


○浜幅

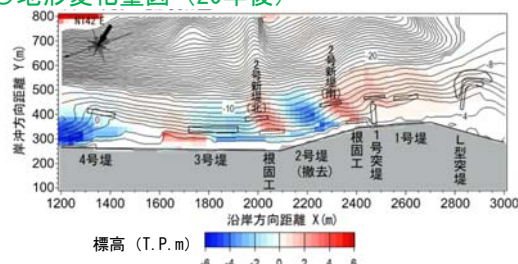
【ケース3:変更配置計画(2号新堤(南)を約28m冲出し)+養浜量見直し5万m³/年】

- ・汀線変化量は、1号突堤～2号新堤(南)で汀線が前進し、2号新堤(南)の下手側は2号消波堤(2号堤)の撤去により汀線が後退する(養浜量減少ケースのためケース2変更配置に比べて汀線後退量は大きくなる)。
- ・浜幅は、1号突堤～3号消波堤(3号堤)上手間において必要浜幅80mが確保される。
- ・養浜量5万m³/年に見直したケース3でも必要浜幅が確保されるため、計画養浜量の見直しが可能である。

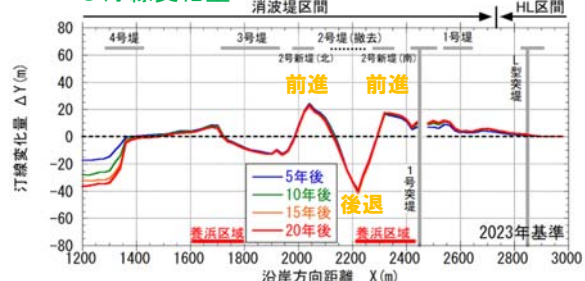
○海底地形(20年後)



○地形変化量図(20年後)



○汀線変化量



○浜幅

