

令和4年度 清水海岸侵食対策検討委員会

検討資料

令和5年2月22日

静岡県

背景写真：2022(R4)年11月25日撮影

内 容

2

1. 令和4年度 事業実施状況の報告	3
2. 令和4年 高波浪の来襲状況（台風14号、15号）	13
3. 地形モニタリング結果の報告	20
4. 令和5年度の養浜実施計画	44
5. 今後の予定	49
6. サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討	51
参考資料	69

1. 令和4年度 事業実施状況の報告

- (1) 令和3年度 清水海岸侵食対策検討委員会 委員意見と対応
- (2) 令和4年度の事業実施状況
- (3) 1号突堤周辺の状況
- (4) 4号ヘッドランド下手の状況

(1) 令和3年度 清水海岸侵食対策検討委員会 委員意見と対応 4

【令和3年度 事業実施状況の報告】

※書面送付による意見の聴取

No	意 見	対応状況、今後の方針	該当箇所
1	・1号突堤下手に設置した根固工はブロック1層だとかみ合わせが無いと飛散しないかが心配である。	・集中養浜箇所への設置のため、養浜実施により堆積が進行しており飛散の影響は少ないと考えられる。地形モニタリングにより設置箇所の状況を確認していく。	p.10
2	・2号消波堤のブロック撤去については、背後地の方からすれば景観よりも防護面が重要で状況をよく見ながら実施していく必要がある。	・2号消波堤の撤去は現地の状況をしっかり確認し安全を確認できてから撤去を進めることを前提に検討を進めていく。	p.61
3	・消波堤区間の養浜の必要量8万m ³ /年を今のスペースに投入しようとすると、場所が不足するのではないかとと思うが、その上で景観に配慮するとしておいて問題ないか。	・養浜の投入スペースは限りがあるため、景観に配慮した盛土養浜の実施方法について三保FU会議で検討を進めていく。	p.60

【令和3年高波浪の来襲状況（台風16号）】

No	意 見	対応状況、今後の方針	該当箇所
4	・高波が連続して作用した場合の侵食について前回意見があった。最近では幸いなことに高波が来ておらず、昨年の台風16号は相対的に見て波高が小さい。養浜量に余力があれば、連続する高波にも対応できるようにお願いしたい。	・サンドリサイクル養浜の施工を通年で実施できるよう調整を行い、緊急的な対応ができるよう台風期前、台風期後に分けて養浜を実施している。	p.9
5	・養浜して侵食されて養浜してと同じことの繰り返しで抜本的な対策をしていないのではないかと考えられる。国とも連携しながらより良くなるように検討しているということを説明していく必要がある。	・養浜で砂浜回復の促進を図ることと合わせて、サンドリサイクルで海底谷へ落ち込む量をできるだけ減らしながら土砂を再利用する方法について、試行を繰り返しながら検討を進めていく。	p.51～

【地形モニタリング結果の報告】

No	意 見	対応状況、今後の方針	該当箇所
6	・ヘッドランド区間で砂浜が狭い箇所(1号ヘッドランド上手、3号、5号ヘッドランド下手)は養浜や根固工など局所的な対策はしているか。背後地の住民は心配していると思う。	・全体としてモニタリングに基づく養浜の配分を行い、局所的に構造物等で対策を実施している。	p.31

(1) 令和3年度 清水海岸侵食対策検討委員会 委員意見と対応 5

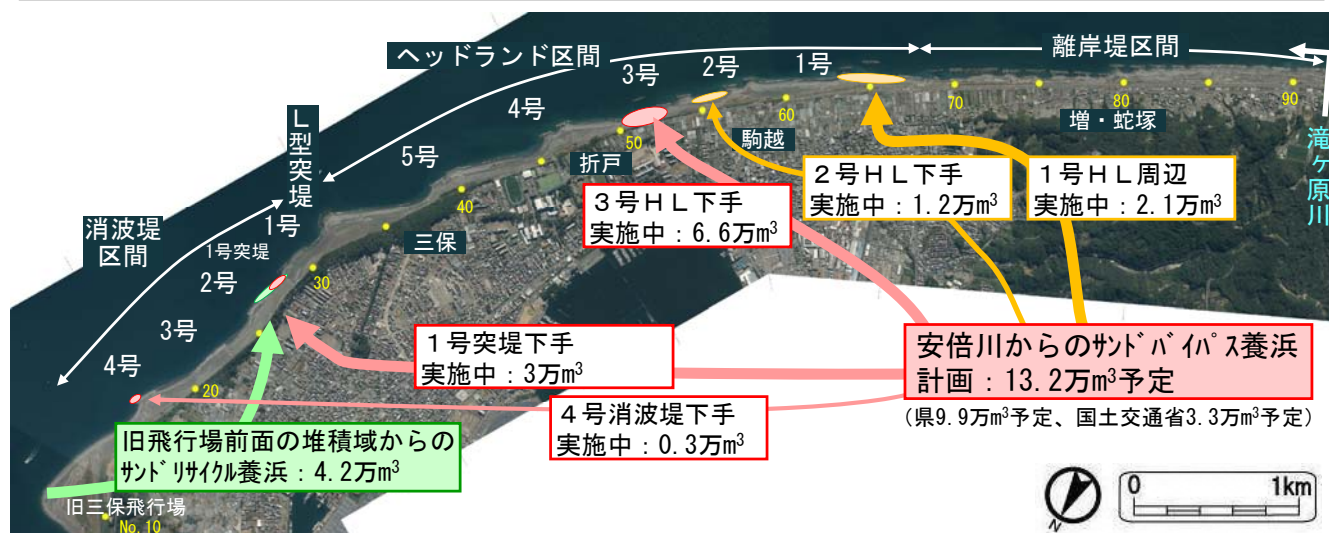
【サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討】

※書面送付による意見の聴取

No	意 見	対応状況、今後の方針	該当箇所
7	・海浜断面図によると1998年と比べるとかなり汀線が前進している。コストや漁業利用等に支障がないことを確認できればこの増えた土砂は全て取ってもよいように見える。一定の水深よりも浅いところを掘って平場を作り、1/2勾配へ落ちていく土砂を少しでも採取するというのは合理的なやり方であると思う。 ・一方、No.13、No.12の水中部の侵食は台風の影響による4号消波堤下手の侵食が波及したものに見える。今後も台風の来襲等によって採取箇所の侵食が生じることが懸念される。	・海上浚渫に際しては、上手側海岸への侵食の影響を事前に確認を行い、検討を進めていく。 ・数値シミュレーション等により効果的な採取方法の検討を行っていく。	p.51～
8	・試験施工で上手くいきそうだとことが判れば、予算制度上は難しいかもしれないが、多く堆砂したときに多く採取してストックし、徐々に必要な箇所へ養浜するというやり方もある。 ・採取を水深4mまでとしているが、より深い水深まで掘ればより貯められるのか等、今後上手くいった後の話になるが、色々なケースを数値計算等で感度分析をしながら、より土砂の落ち込みを減らして有効利用できる採取断面を検討できればよいと思う。		
9	・海上浚渫はまだできない。採取するとその瞬間に南側の土砂が流れ込む。試験施工の前には、シミュレーションをして掘った際に影響がどう及ぶかを計算で確認しておく必要がある。		
10	・陸上採取箇所の上手側への侵食の影響を考慮しての仮設土留施設は一つの方法として有効であると思う。サンドバックの利用も撤去が容易な点では有利である。一方、波浪条件が厳しいためサンドバックの安定性については注意が必要である。 ・サンドバックは測線方向よりも少し時計回りに傾けた方が波の影響を受けにくいのではないか。当該海岸は波浪条件が厳しいためサンドバックの諸元の検討は慎重に進めていただきたい。	・陸上採取箇所への仮設土留施設の実際の施工に際しては、今回の地形モニタリング結果を踏まえて、具体的な配置や構造諸元について検討を行う。	—

(2) 令和4年度の事業実施状況 6

- 令和4年度は、サンドバイパス養浜、サンドリサイクル養浜の侵食対策を実施



令和4年度の事業一覧

	消波堤区間 (三保)	ヘッドランド区間 (駒越・折戸・三保)	離岸堤区間 (増・蛇塚)
養浜	■サンドリサイクル養浜4.2万m³(実施中) ■サンドバイパス養浜3.3万m³(実施中)	■サンドバイパス養浜6.6万m³(実施中) ◆サンドバイパス養浜3.3万m³(実施中)	◆サンドバイパス養浜 —
施設	■2号新堤の検討(実施中) ■散乱ブロック撤去(完了)	■散乱ブロック撤去(完了)	■散乱ブロック撤去(完了)

■：県実施事業 ◆：国土交通省実施事業

※県実施事業のサンドバイパス養浜には台風15号による安倍川災害復旧工事による掘削土砂を含む

7

侵食対策検討委員会（書面送付）

8

-
- 写真：2022（R4）年10月26日撮影
（潮位：T. P. +0.24～+0.05m）
- 0 100 200 m
- 3号消波堤
- 2号消波堤
- 根固工
- 1号突堤
- 1号消波堤
- L型突堤
- 2019年11月訂線（R1台風19号後）
- ②根固工の設置
- ①1号突堤下手への養浜 ⇄ ④モニタリングを行い、養浜・押土等の緊急時の対応を行う
- ③堤防背後の地盤嵩上げ
- No. 25

(3) 1号突堤周辺の状況 ①1号突堤下手への養浜の実施

9

- ・ 1号突堤下手の砂浜些少部に、令和4年5月までにサンドリサイクル養浜6.7万 m^3 を実施。
- ・ 台風期前の6月までに安倍川からのサンドバイパス養浜2.8万 m^3 を実施。
- ・ 台風期後の10月からサンドバイパス・サンドリサイクル養浜を実施中（7.2万 m^3 予定）



(3) 1号突堤周辺の状況 ②根固工の設置

10

- ・ 1号突堤下手の養浜の常時波浪による流出の抑制を図るため、令和3年度に汀線より沖側に根固工を設置した。(景観に配慮し、既設と同じ頭頂部がないタイプのブロックを使用し、天端高さをT.P. +1.5m程度以下とした)
- ・ 令和4年度は高波浪が少なく根固工背後の養浜の歩留まりが高く、汀線位置も維持された状態である。

新設した根固工の平面図 (※養浜完了後の汀線より沖側に設置)



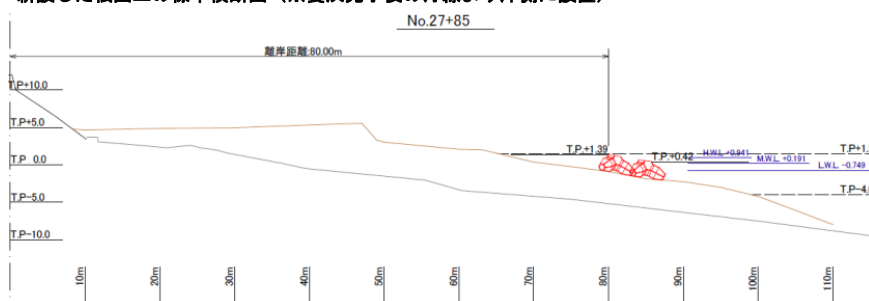
【新設の根固工の設置完了状況】 2021(R3)年9月



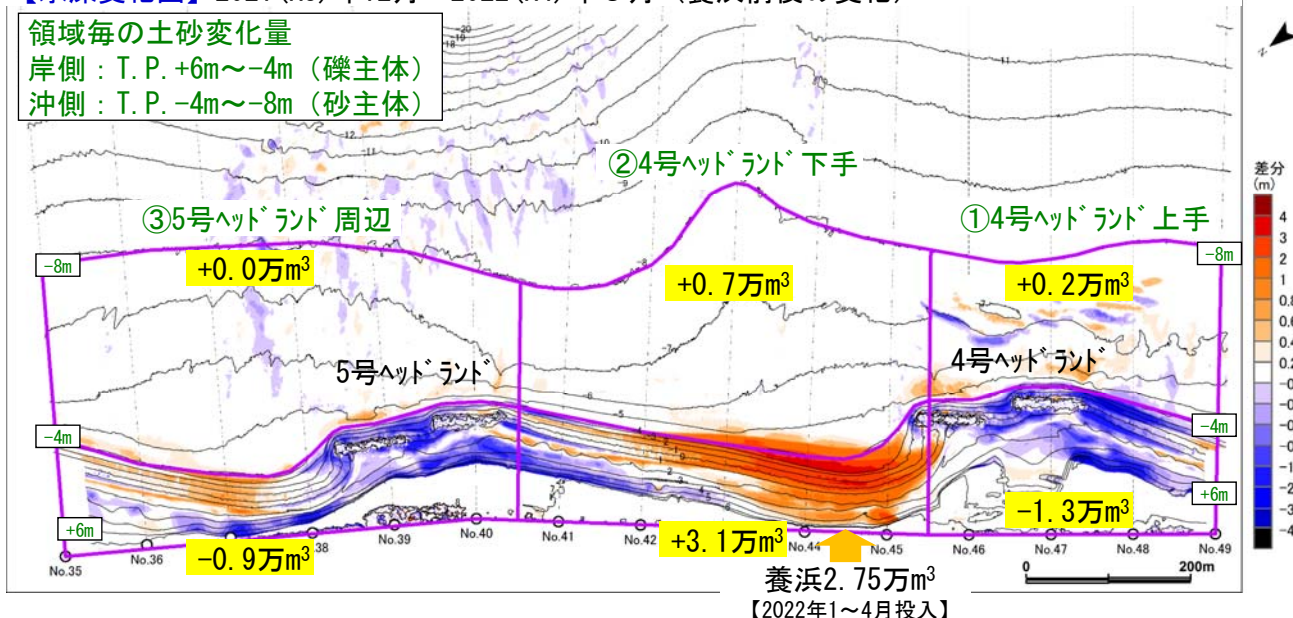
【根固工背後の最近の状況】 2022(R4)年12月



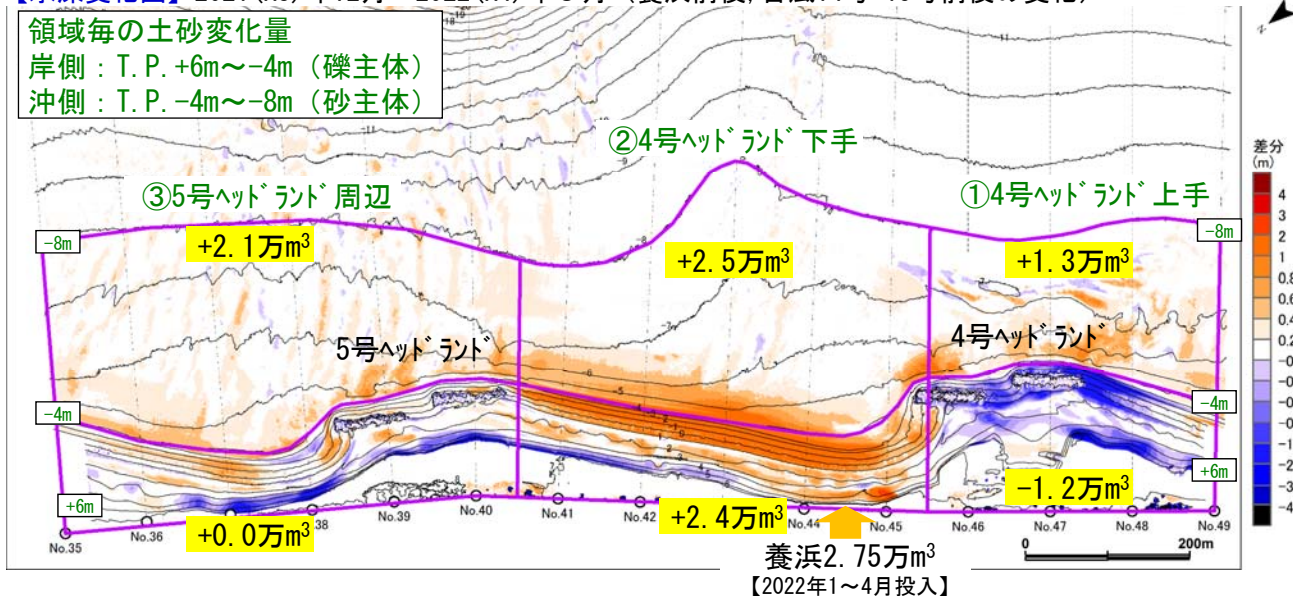
新設した根固工の標準横断面図 (※養浜完了後の汀線より沖側に設置)



- ・折戸4号ヘッドランド下手において2022年1～4月に汀線付近から海中への押土養浜を実施した。
- ・養浜前後の土砂変化量より、領域①岸側の侵食量 (-1.3万m^3) と領域②への養浜量 (2.75万m^3) の合計は約 4.1万m^3 であり、このうち歩留りやすい礫分 (全体の8割程度※) の約 3.3万m^3 と同程度の $+3.1\text{万m}^3$ が領域②岸側に堆積していることが判った。※現地海浜の礫と砂の割合 (礫 : 砂 = 8 : 2) から礫の量を算出 (参考資料(3))
- ・押土して間もないため養浜材のうち礫分の多くは投入箇所周辺に留まっていると考えられる。また、養浜を踏まえた①～③の侵食量は 1.0万m^3 であり、漂砂下手の既設L型突堤下手から消波堤区間に供給されているものと推察される。

【水深変化図】 2021 (R3) 年12月～2022 (R4) 年5月 (養浜前後の変化)

- ・養浜前後、台風前後の土砂変化量より、養浜量 (2.75万m^3) に対して①～③の堆積量 7.1万m^3 のため、上手からの漂砂の流入による堆積量は 4.3万m^3 である。
- ・領域②に投入した養浜材は汀線際を沿った下手への漂砂移動により、堆積域が領域③の汀線～T. P. -6m 帯まで拡大している。その内、汀線～T. P. -4mは礫が堆積し、T. P. -4～-6mは砂質が堆積している。
- ・5号ヘッドランド背後から下手の地形変化は少ないため、投入した養浜材のうち礫分は4号ヘッドランド～5号ヘッドランド間に留まり海浜の維持に寄与しているものと考えられる。
- ・後述する11月の定期深浅測量による砂浜幅および海浜断面地形から汀線の前進状況が確認されるため、養浜優先順位の高い3号ヘッドランド下手についても押土養浜を実施していく計画とする。

【水深変化図】 2021 (R3) 年12月～2022 (R4) 年9月 (養浜前後、台風14号・15号前後の変化)

2. 令和4年 高波浪の来襲状況(台風14号、15号)

- (1) 波浪の来襲状況 (令和4年台風14号、15号)
- (2) 侵食対策の効果
- (3) 1号突堤下手の侵食状況

(1) 波浪の来襲状況 (令和4年台風14号、15号)

14

9月18日の台風14号来襲時に久能観測所では有義波高3.81m、有義波周期12.6s、9月24日の台風15号来襲時に久能観測所では有義波高2.83m、有義波周期7.7sを観測したが顕著な高波浪の来襲は生じていない。

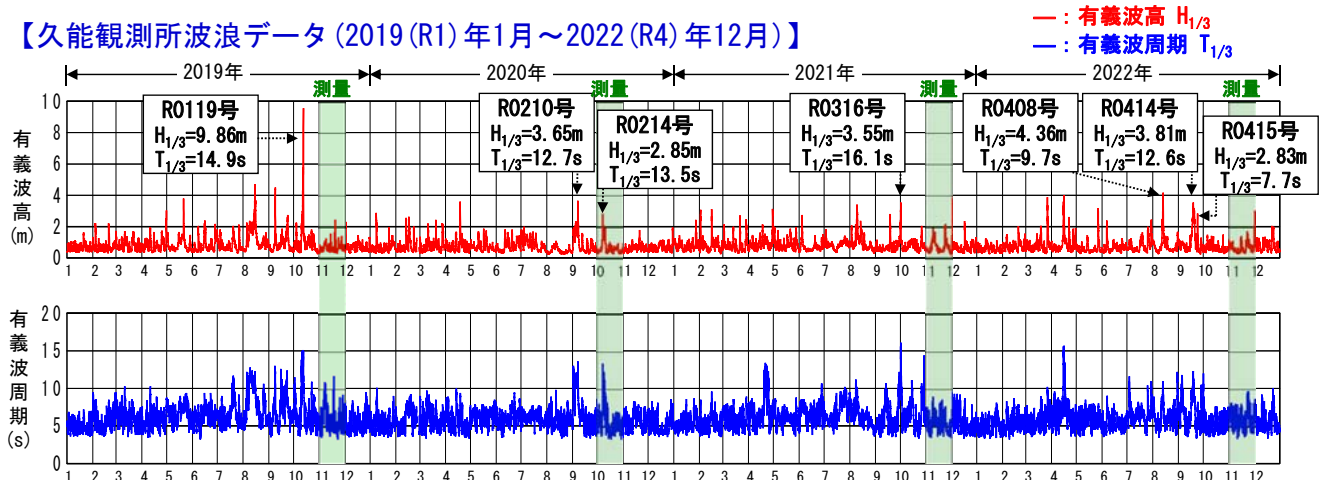
【久能観測所の波高上位10波(2000(H12)年～2022(R4)年12月)】

順位	気象要因	有義波高(m)	有義波周期(s)	波向	有義波高3m以上の継続時間(時間)
1位	2017年台風21号	11.69	16.5	S	24.7
2位	2011年台風15号	10.11	12.4	欠測	27
3位	2019年台風19号	9.86	14.9	欠測	29.5
4位	2014年台風18号	9.31	15.1	S	8
5位	2013年台風26号	9.28	16.7	S	20
6位	2012年台風17号	8.40	13.7	S	8
7位	2002年台風21号	8.37	16.4	SSE	11
8位	2018年台風24号	8.37	13.9	S	10.7
9位	2009年台風18号	8.13	13.7	S	9
10位	2013年台風18号	7.97	13.1	S	19



【清水海岸の計画外力(50年確率波)】：沖波波高 $H_o=12.0m$ 、周期 $T_o=17.0s$ (石廊崎測候所の観測データ(1976年から22年間)による)

【久能観測所波浪データ(2019(R1)年1月～2022(R4)年12月)】



(1) 波浪の来襲状況 (令和4年台風14号)

15

令和4年9月18日の台風14号来襲時に、久能観測所の有義波高3.81m、有義波周期12.6sを観測

※10分毎データ

台風14号・15号前後の4号ヘッドランド下手の状況



台風前 (R4. 9. 13)

5号ヘッドランド

台風14号・15号来襲後

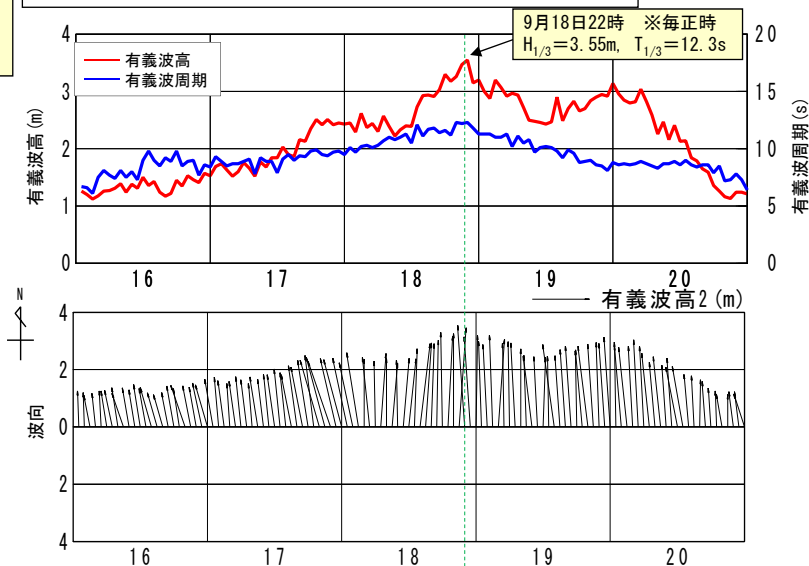


台風後 (R4. 10. 10)

5号ヘッドランド

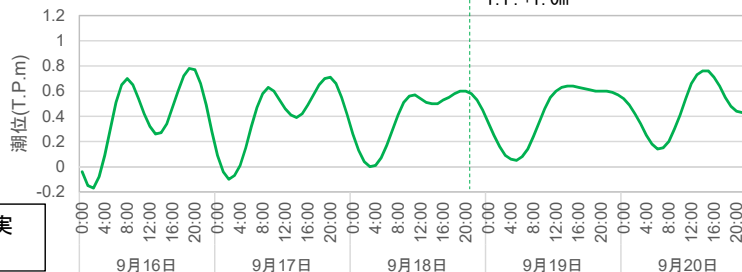
令和3年度の汀線際から海中への押土養浜の実施により、必要砂浜幅を満足した状態を維持

久能波浪観測所 (有義波高, 有義波周期, 波向、毎時データ)



気象庁 清水港潮位観測データ (速報値)

21時50分潮位
T. P. +1.0m



(1) 波浪の来襲状況 (令和4年台風15号)

16

令和4年9月24日の台風15号来襲時に、久能観測所の有義波高2.83m、有義波周期7.7sを観測

※10分毎データ

台風14号・15号前後の1号突堤下手の状況



台風前 (R4. 9. 13)

2号消波堤

台風14号・15号来襲後

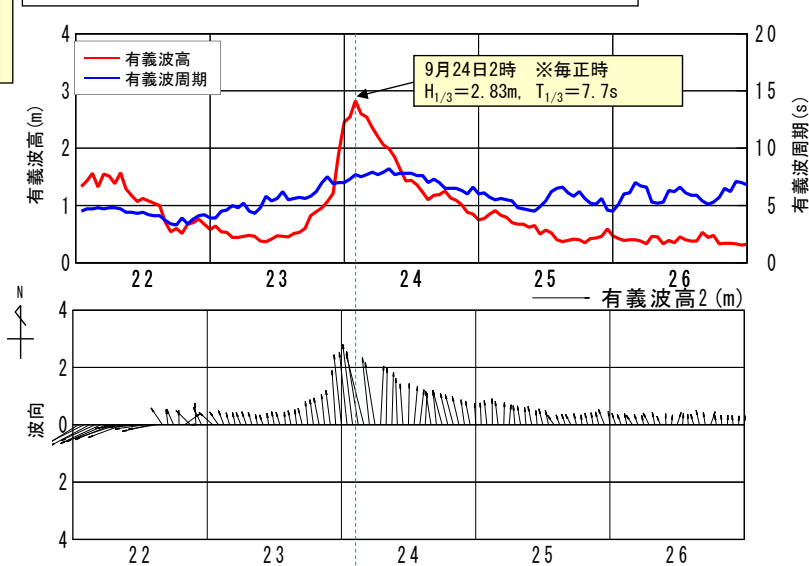


台風後 (R4. 10. 10)

2号消波堤

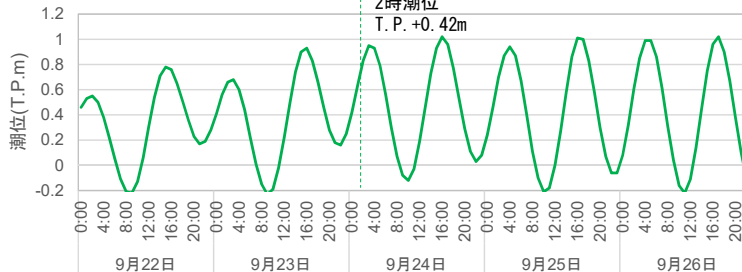
令和2～3年度の集中養浜の実施により、必要砂浜幅を満足した状態を維持

久能波浪観測所 (有義波高, 有義波周期, 波向、毎時データ)



気象庁 清水港潮位観測データ (速報値)

2時潮位
T. P. +0.42m



(2) 侵食対策の効果 (No.53 3号ヘッドランド付近)

17

平成6年と令和元年～4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 m^3

2021 (R3) 年台風16号来襲後 (2021年10月)



養浜による
砂浜回復

2019 (R1) 年台風19号来襲後 (2019年10月)



4号ヘッドランド

消波工

養浜による
砂浜回復

2022 (R4) 年台風14号、15号来襲後 (2022年10月)



4号ヘッドランド

消波工

養浜による
砂浜回復

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

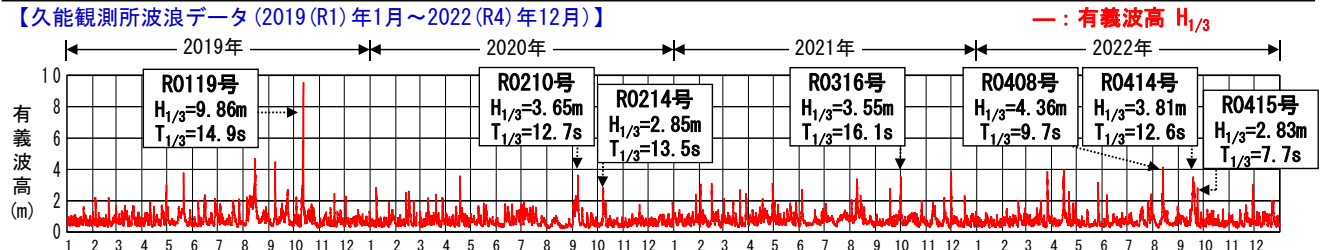
(3) 1号突堤下手の侵食状況

18

・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・4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～2022 (R4) 年12月)】



台風19号来襲後 (R1/10/13)



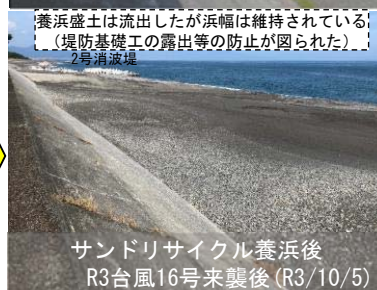
サンドリサイクル養浜後 (R2/8/4)



台風14号来襲後 (R2/10/12)



護岸前面に根固工設置 (R2/11/18)



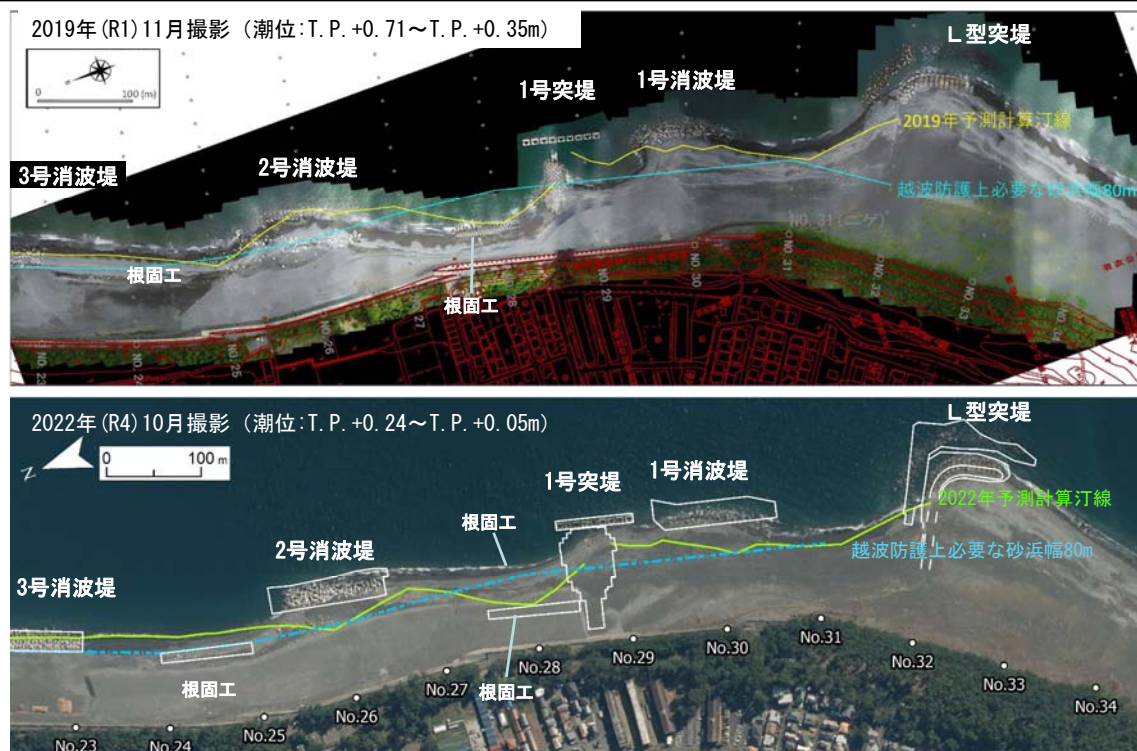
サンドリサイクル養浜後
R3台風16号来襲後 (R3/10/5)



サンドリサイクル養浜後
R4台風15号来襲後 (R4/10/10)

◆令和元年台風19号来襲後の汀線変化

- 2019(R1)年撮影写真より、1号突堤縦堤完成から1年後の予測汀線結果の汀線と比較すると、台風19号時の高波浪が作用した後の汀線は、2号消波堤被災により予測汀線より大きく後退した。
- 2022(R4)年撮影写真より、1号突堤下手の汀線は、令和2年度の2号消波堤復旧完了と集中養浜の実施により予測汀線より大きく前進し、越波防護上必要な砂浜幅を確保した状態である。



3. 地形モニタリング結果の報告

- (1) モニタリング内容
- (2) 地形変化の状況
- (3) モニタリング結果のまとめ

侵食対策の効果と影響の把握を行うため、区間毎の観点に基づきモニタリングを実施。

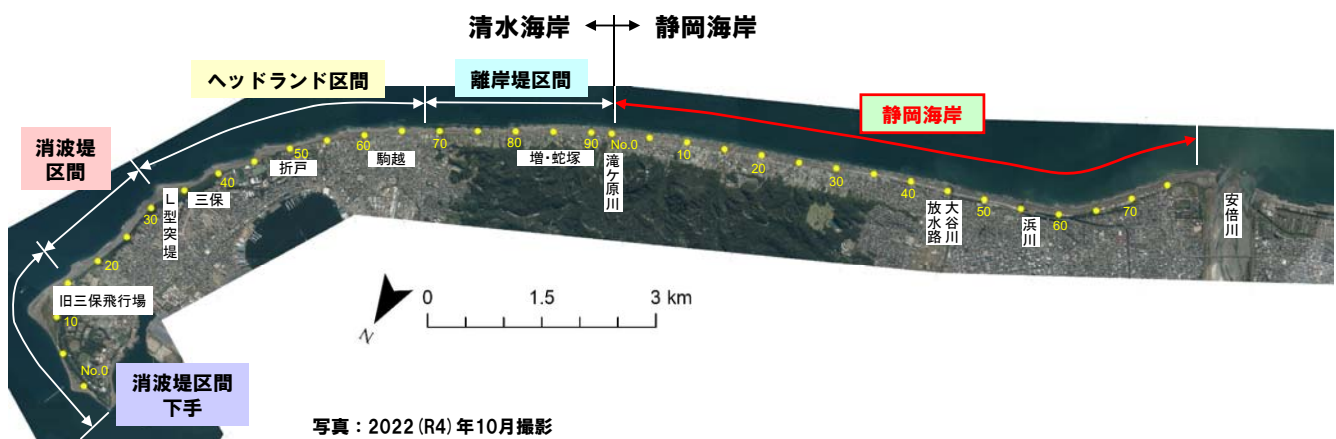
区間	消波堤区間下手	消波堤区間	ヘッドランド区間	離岸堤区間	モニタリング手法
主な 観点	・局所的な侵食の発生など、新たな危険箇所の早期発見 ・養浜材採取の影響 ・養浜材採取の問題点				③定点写真撮影(高波前後) ④波浪観測(久能)
	・養浜材採取の問題点 ・危険箇所の侵食状況 ・サンドリサイクルの効果	・危険箇所の侵食状況 ・サンドパイプの効果	・危険箇所の侵食状況 ・養浜の効果 (特に砂浜回復域の進行)	・危険箇所の侵食状況 ・養浜の効果 (特に砂浜回復域の進行)	①汀線・深浅測量 ②空中写真撮影(垂直)



年度		令和3年度						令和4年度											
月		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
養浜																			
モニタリング	①汀線・深淺測量																		
	②空中写真撮影																		
	③定点写真撮影	10/5				2/5							9/13	10/10		12/18			
	④波浪観測（久能）	→																	
台風、低気圧等※		台風16号						台風1号				台風8号	台風14、15号						

※：波高3m前後の台風を記載した

1) 静岡海岸

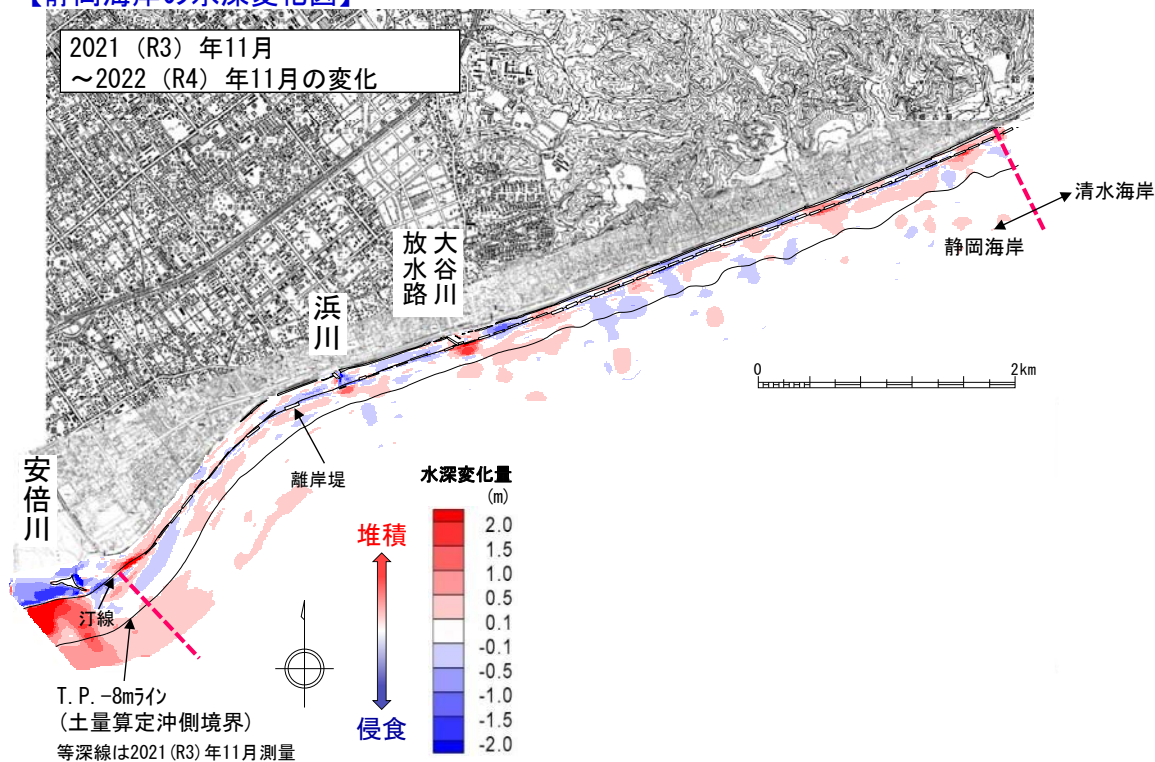


写真：2022 (R4) 年10月撮影

■2021 (R3) 年11月～2022 (R4) 年11月の変化

- ・安倍川河口で顕著な堆積。
- ・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】

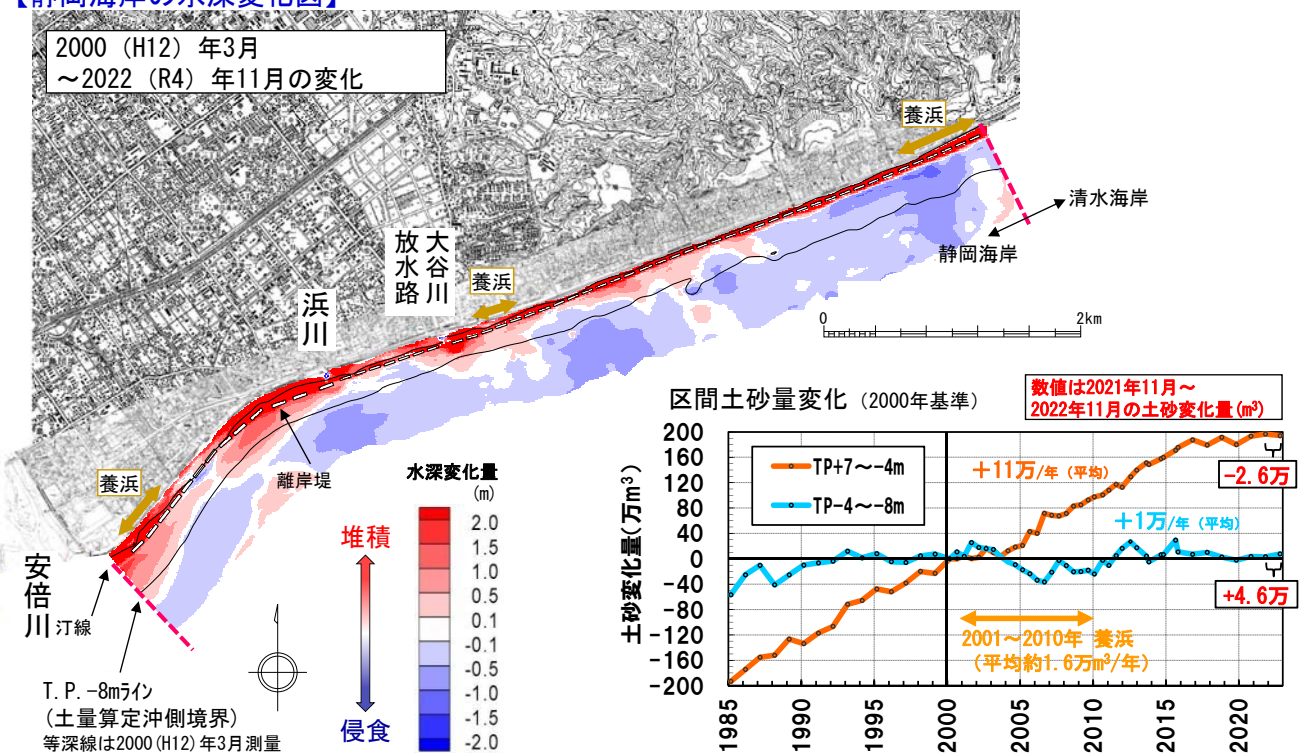


長期(22年間)の水深変化

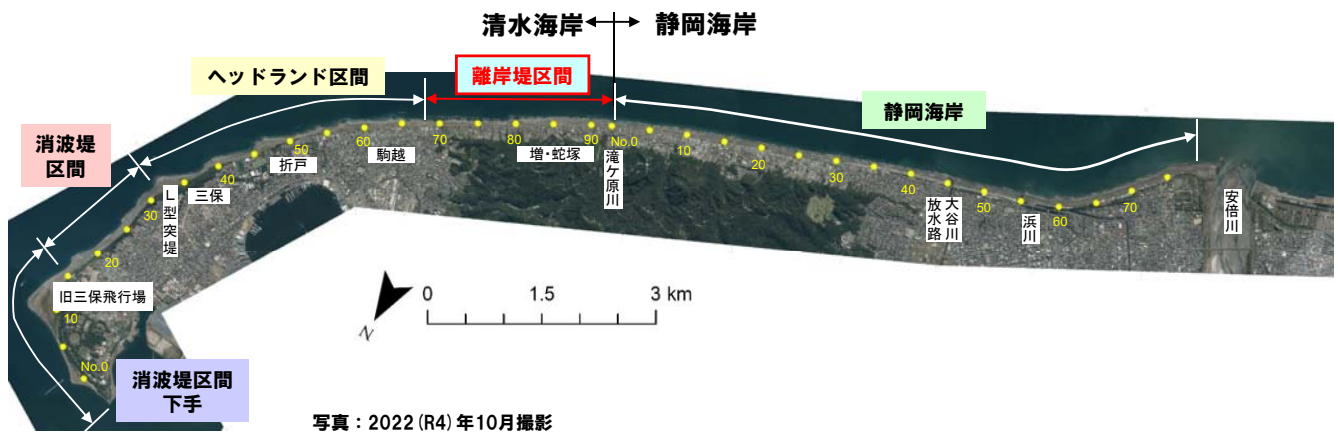
■ 2000 (H12) 年3月～ 2022 (R4) 年11月の変化

- ・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沖側でも堆積が見られる。

【静岡海岸の水深変化図】



2) 離岸堤区間

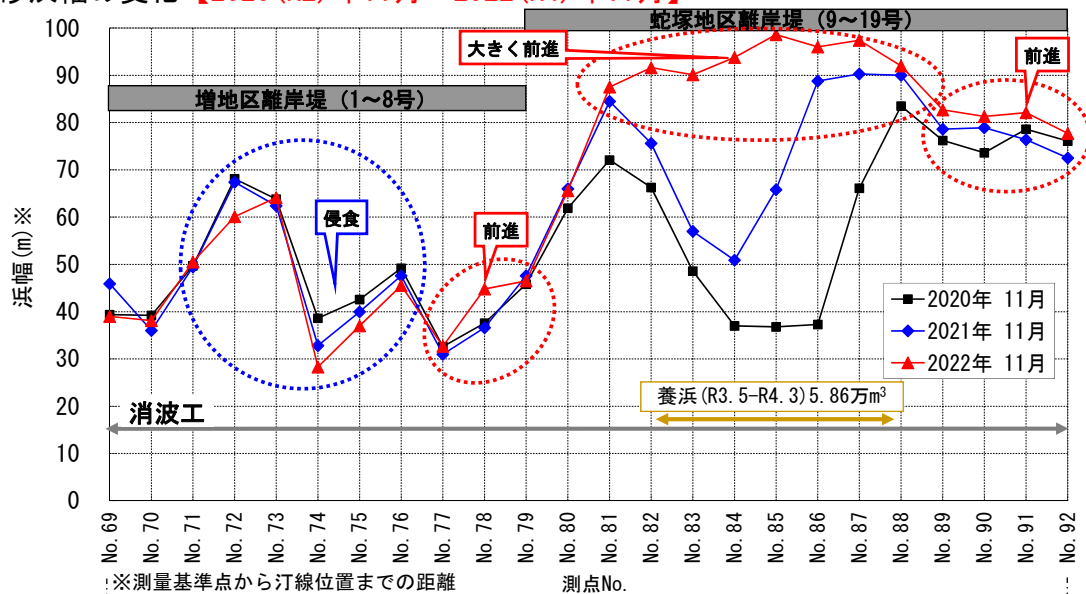


砂浜幅の変化

【離岸堤区間】 26

- ・ 砂浜回復促進養浜の効果により、No. 78～88間の汀線が大きく前進。No. 88～92間の汀線前進は漂砂上手からの土砂供給による自然回復であると考えられる。
- ・ 増地区は7～8号離岸堤付近まで汀線が前進し、1～6号離岸堤間の汀線回復は見られない。

砂浜幅の変化 【2020 (R2) 年11月～2022 (R4) 年11月】

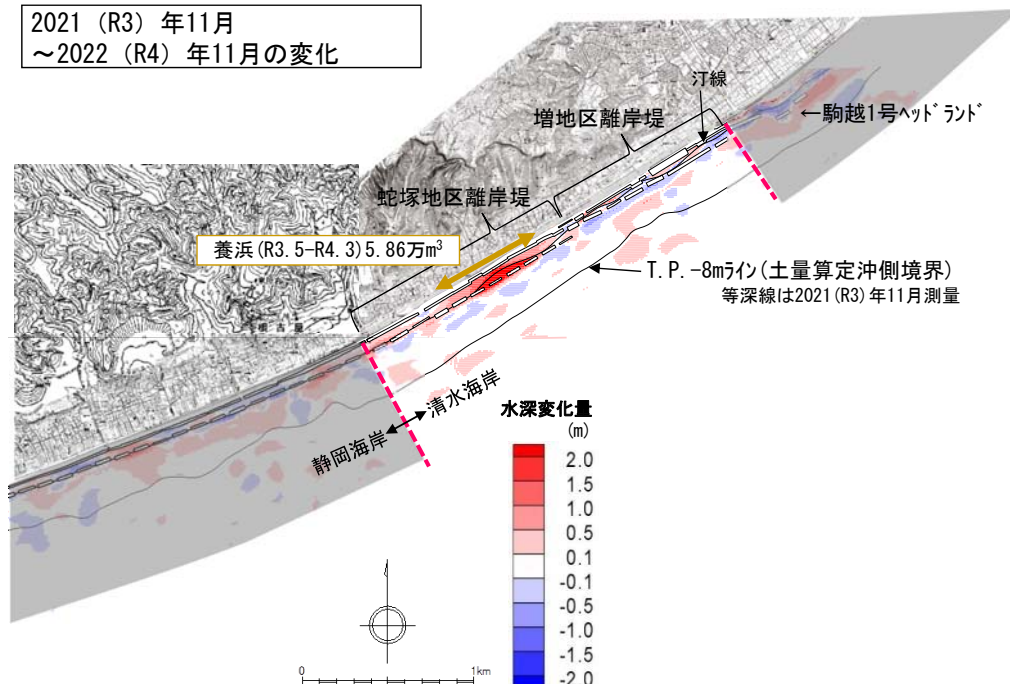


■2021（R3）年11月～2022（R4）年11月の変化

- ・蛇塚地区では砂浜回復促進養浜の効果により、離岸堤岸側で堆積。沖側は変化が少ない。
- ・増地区は離岸堤岸側、沖側ともに変化が少ない。

【清水海岸離岸堤区間の水深変化図】

2021（R3）年11月
～2022（R4）年11月の変化



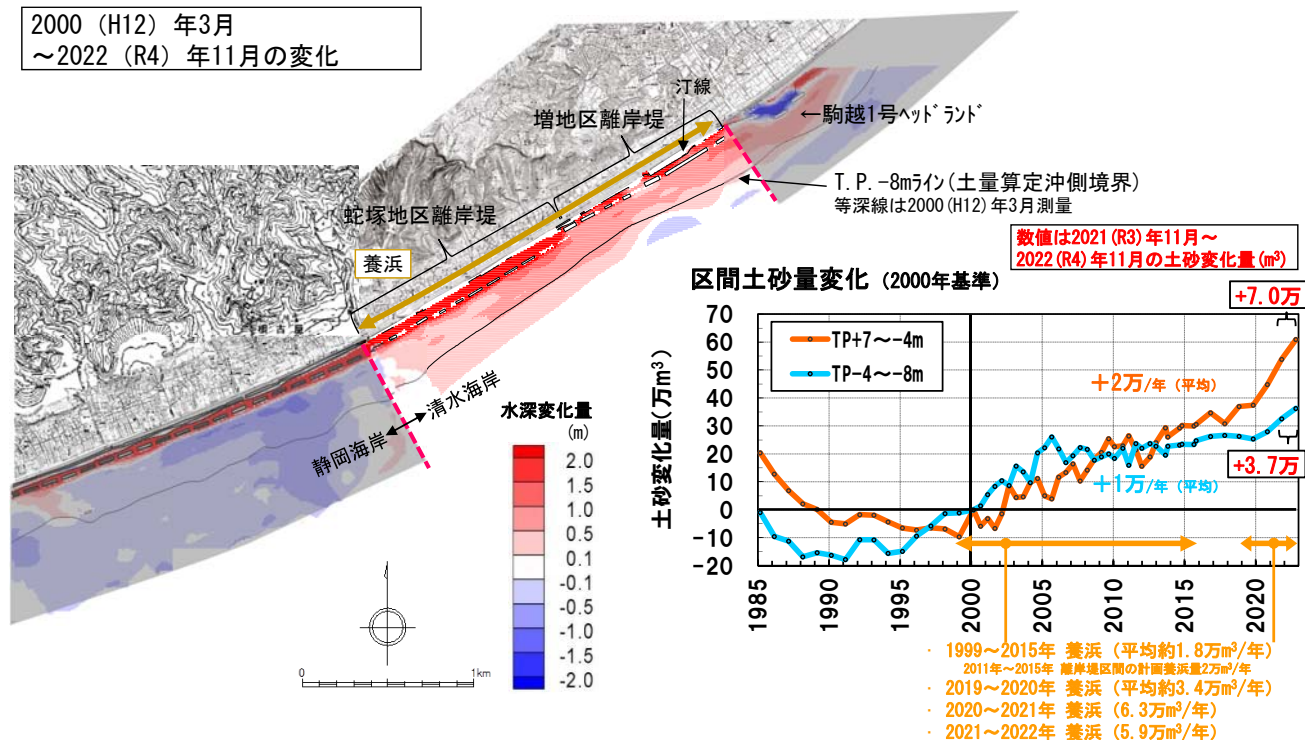
長期(22年間)の水深変化

■2000（H12）年3月～2022（R4）年11月の変化

- ・離岸堤岸側、沖側ともに堆積傾向であり、土砂量変化は2005（H17）年以降は安定。
- ・2020（R2）年以降は砂浜回復促進養浜の効果により顕著な堆積傾向。

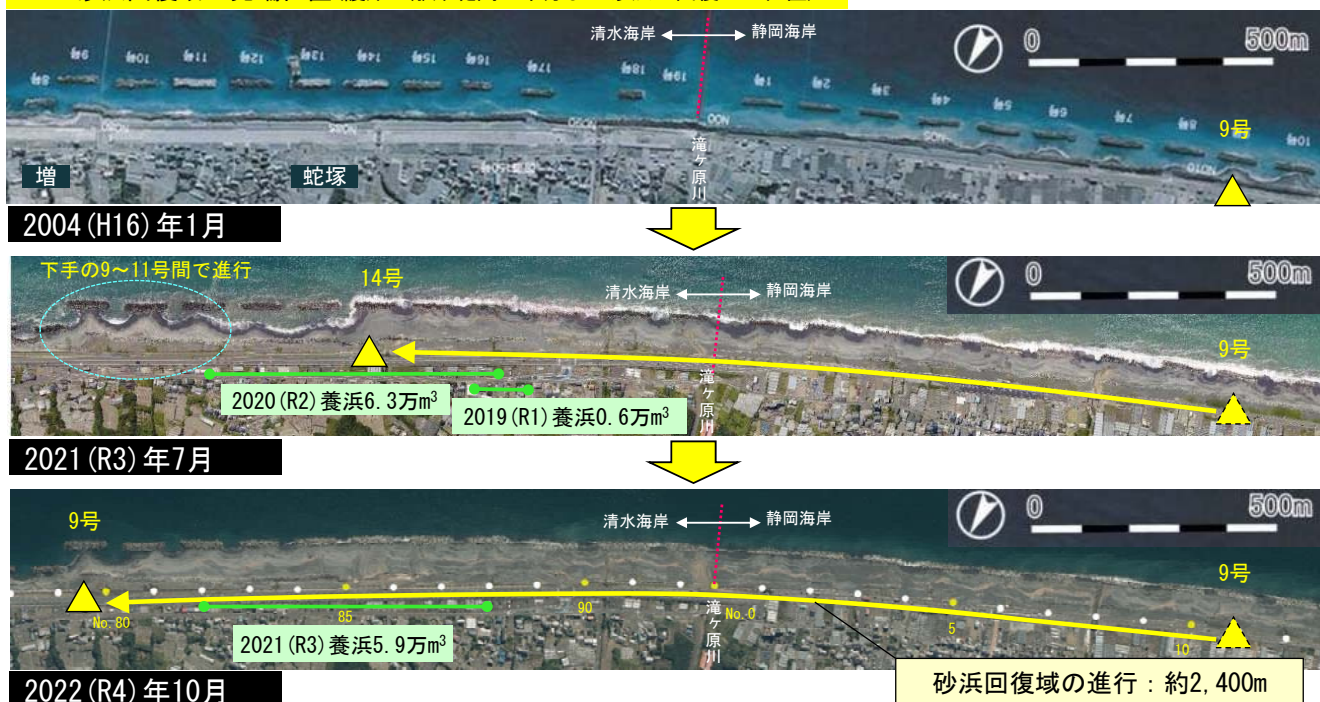
【清水海岸離岸堤区間の水深変化図】

2000（H12）年3月
～2022（R4）年11月の変化



- ・ 安倍川からの供給土砂による砂浜回復域の先端位置は2004年～2022年までに三保へ向かって約2.4km進行している。
- ・ 年別の進行速度は異なるものの、2019(R1)年以降は、蛇塚の砂浜回復促進養浜区間で離岸堤背後に養浜土砂を投入していることから満砂域は着実に三保に向かって進行している。

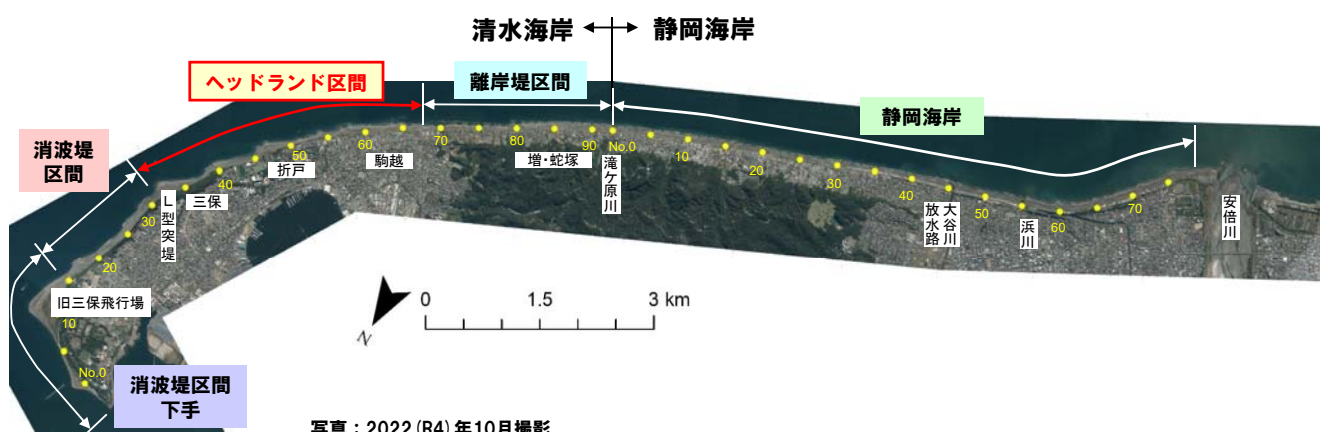
△：砂浜回復域の先端位置(護岸～離岸堤間の半分まで砂浜が回復した位置)



(2) 地形変化の状況

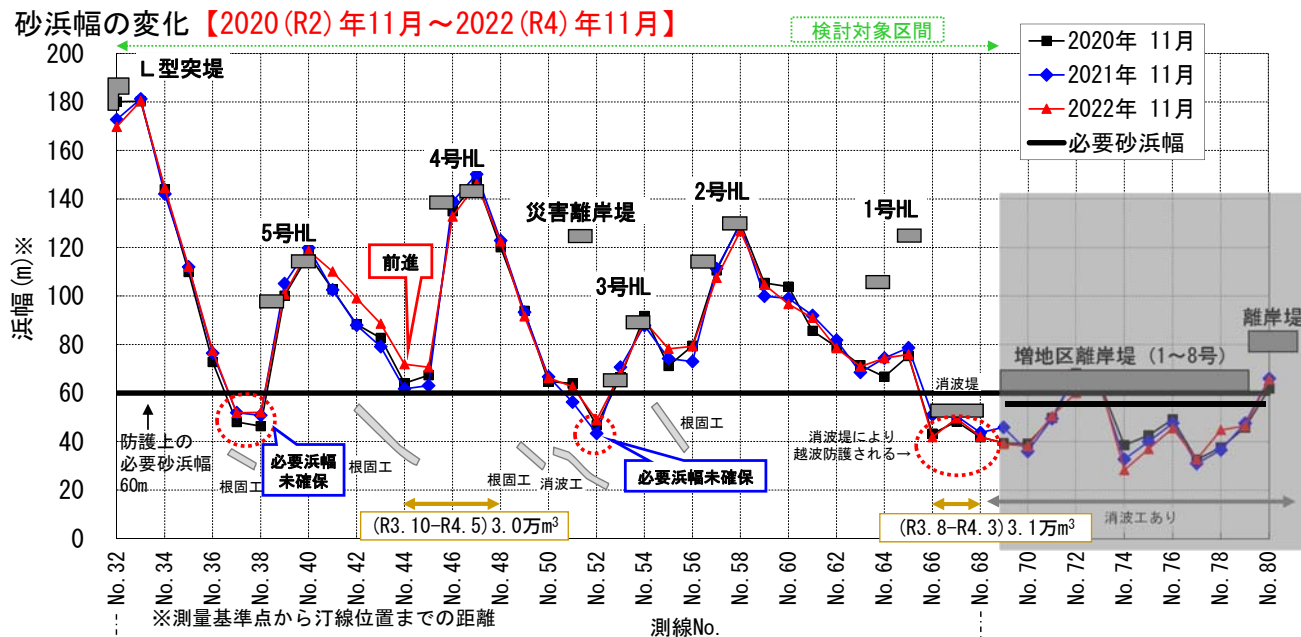
30

3) ヘッドランド区間



- ・ 3号・5号ヘッドランド下手は必要砂浜幅60mを確保できていない。
- ・ 4号ヘッドランド下手は令和3年度の押土養浜の実施により汀線が前進し必要砂浜幅を確保している。

砂浜幅の変化【2020(R2)年11月～2022(R4)年11月】



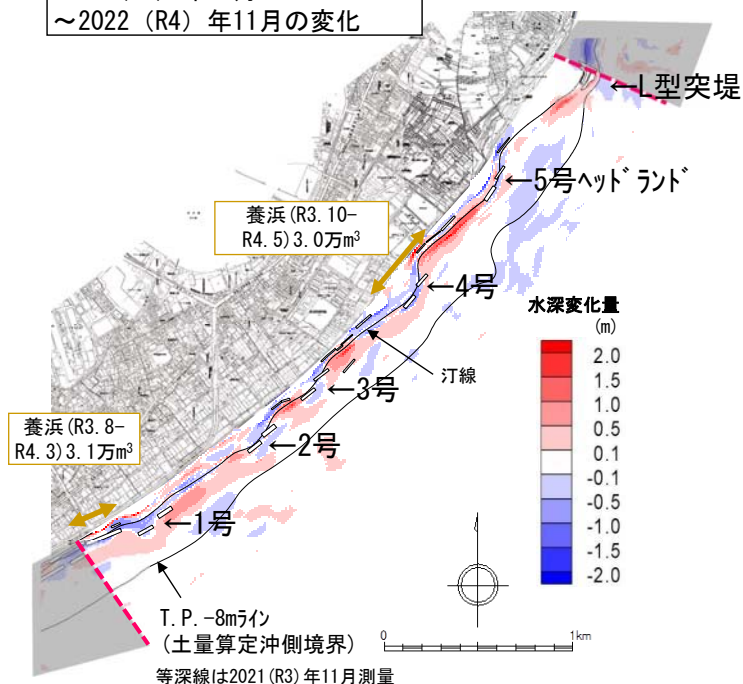
1年間の水深変化と土砂量の変化

■ 2021(R3)年11月～2022(R4)年11月の変化

- ・ 1号ヘッドランド背後の汀線付近でやや侵食。4号ヘッドランド下手の汀線付近から沖側では堆積。
- ・ 高波浪が少ないため、盛土養浜の歩留まりが高く、水中部の地形変化も少なく安定している。

【ヘッドランド区間の水深変化図】

2021(R3)年11月
～2022(R4)年11月の変化

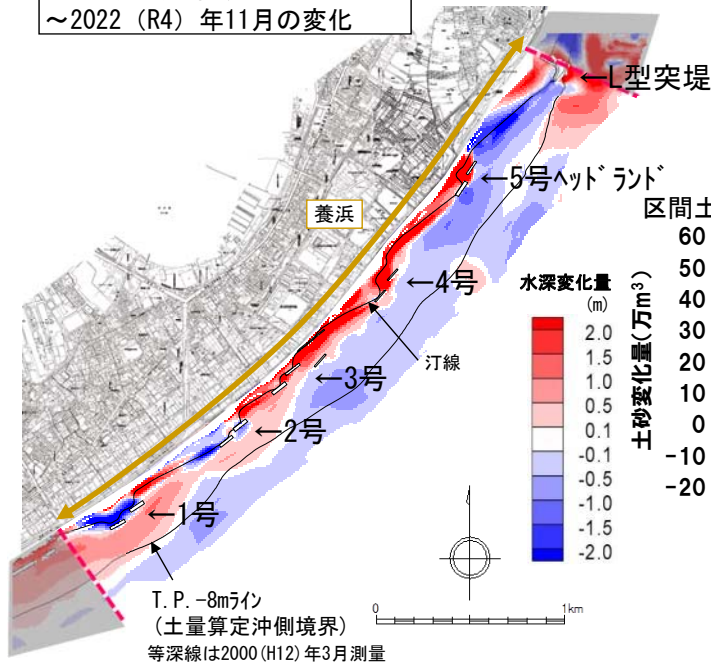


■2000 (H12) 年3月～2022 (R4) 年11月の変化

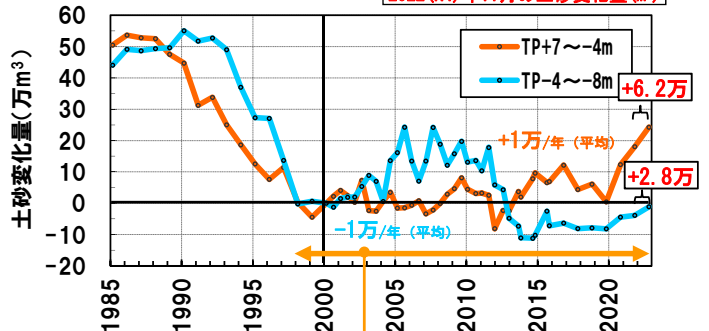
- ・1号ヘッドランド背後、5号ヘッドランド下手で侵食が見られる。
- ・3号ヘッドランドより上手側の広い範囲で海中部の土砂回復が見られる。
(1号ヘッドランド上手への養浜の寄与と漂砂上手からの漂砂の供給による)

【ヘッドランド区間の水深変化図】

2000 (H12) 年3月
～2022 (R4) 年11月の変化



区間土砂量変化 (2000年基準)

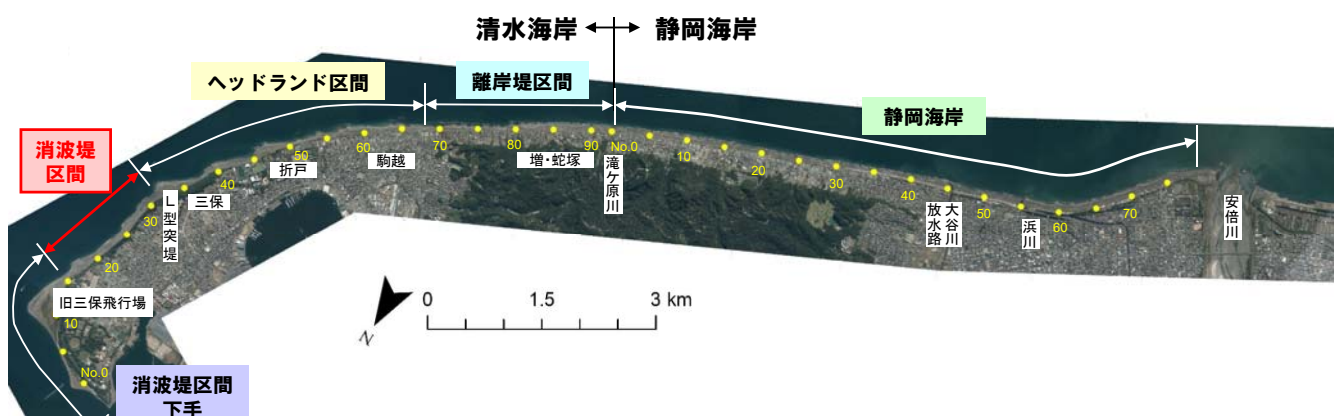


- ・1998～2010年 養浜 (平均約4.5万m³/年)
- ・2011年～ 計画養浜量 約6万m³/年以上の養浜を実施 (平均約7.8万m³/年)

(2) 地形変化の状況

34

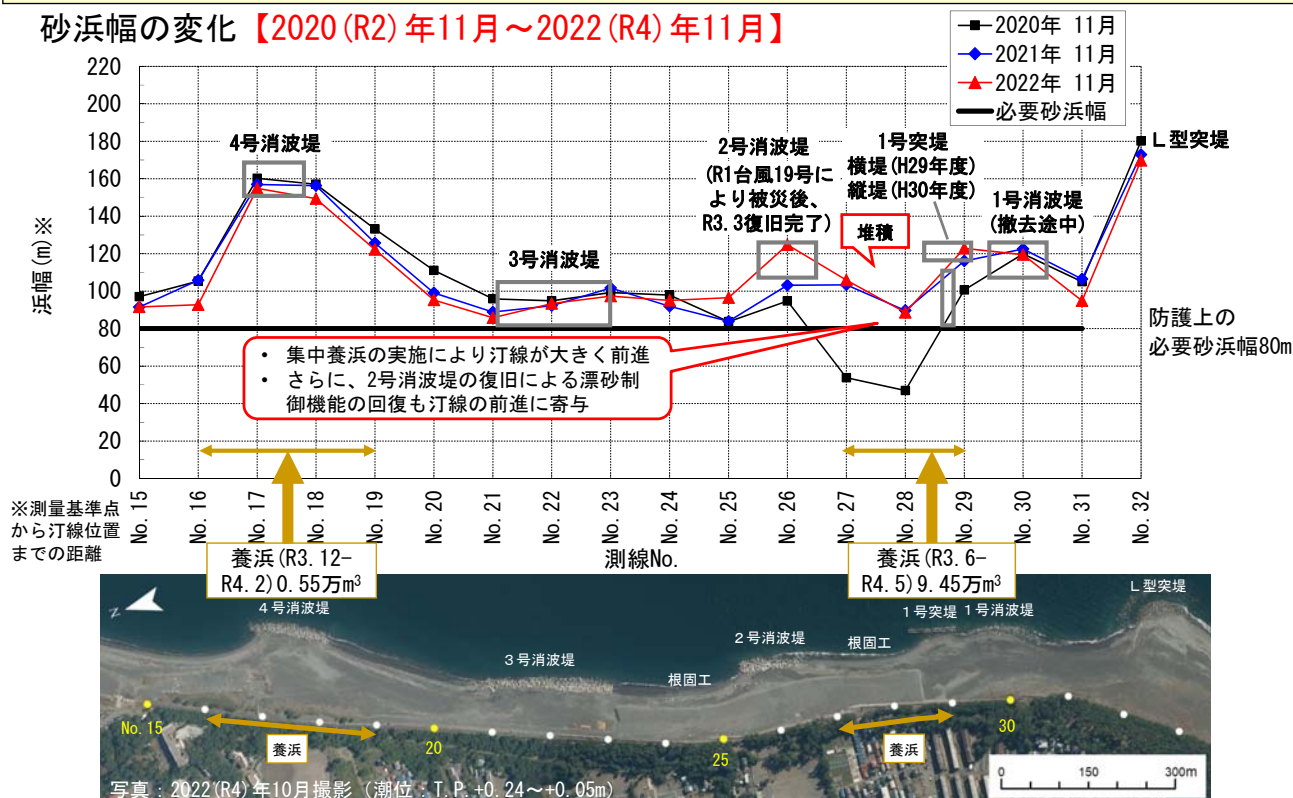
4) 消波堤区間



写真：2022 (R4) 年10月撮影

- ・ 1号消波堤上手で汀線がやや後退。1号突堤上手は汀線がやや前進。
- ・ 1号突堤下手は、集中養浜の実施と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。
- ・ 3号～4号消波堤間で汀線がやや後退。4号消波堤下手の汀線が後退。

砂浜幅の変化【2020(R2)年11月～2022(R4)年11月】



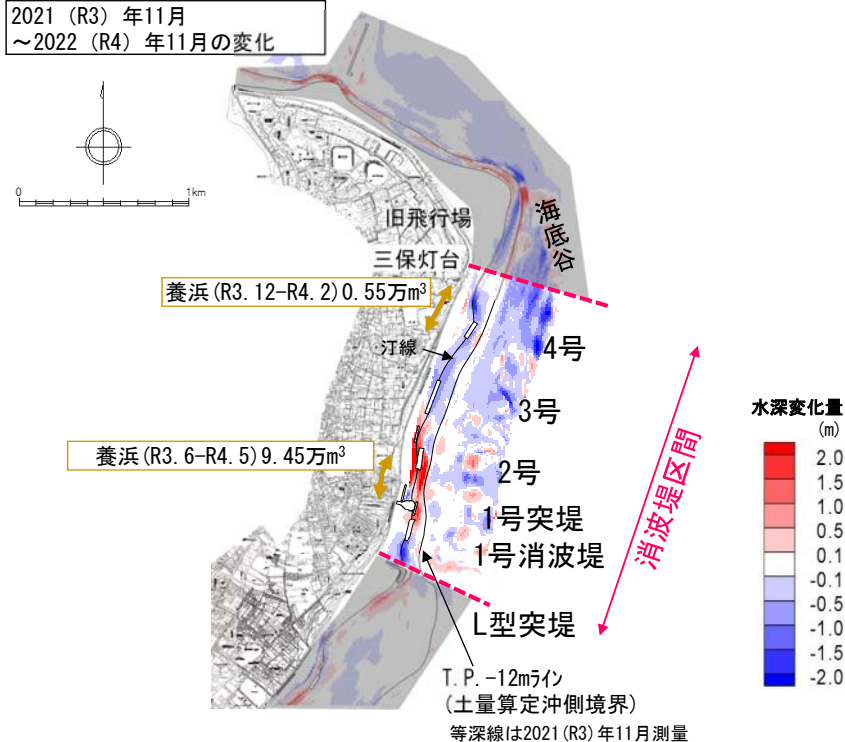
1年間の水深変化と土砂量の変化

2021(R3)年11月～2022(R4)年11月の変化

- ・ 1号突堤沖側でやや堆積、1号突堤下手～2号消波堤間はR2年度の2号消波堤の復旧と集中養浜の実施により顕著な堆積。
- ・ 4号消波堤下手でやや侵食。

【消波堤区間の水深変化図】

2021(R3)年11月
～2022(R4)年11月の変化

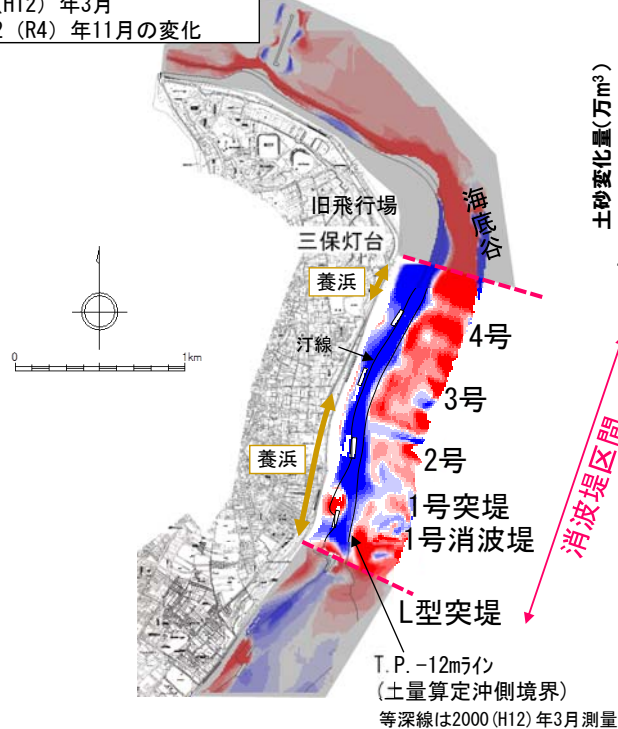


■2000 (H12) 年3月～2022 (R4) 年11月の変化

- ・消波堤区間全体で侵食傾向。
- ・2011 (H23) 年度から実施しているサンドリサイクル養浜により、2014年以降の土砂量変化は安定傾向。

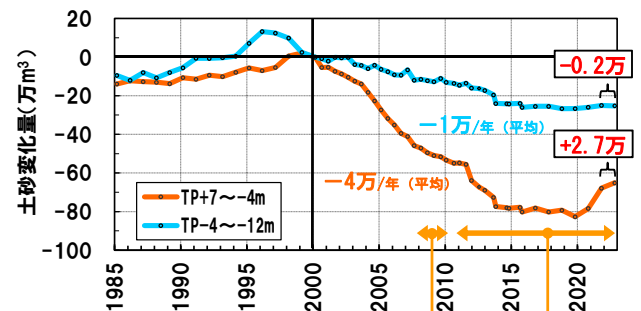
【消波堤区間の水深変化図】

2000 (H12) 年3月
～2022 (R4) 年11月の変化



区間土砂量変化 (2000年基準)

数値は2021 (R3) 年11月～
2022 (R4) 年11月の土砂変化量 (m³)

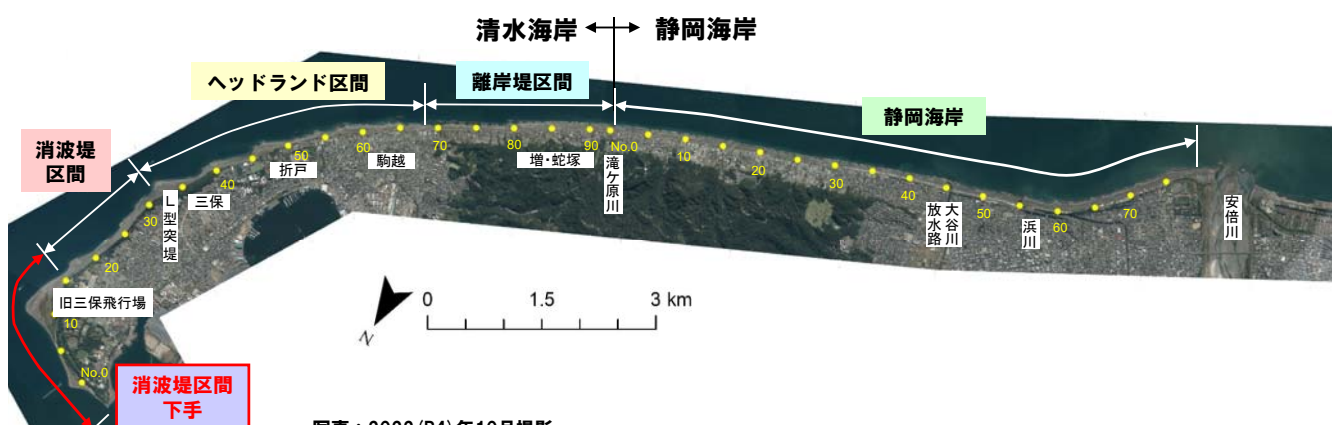


- ・2008～2009年 養浜 (平均約0.8万m³/年)
- ・2011年～計画養浜量 3万m³/年以上、
2020年～計画養浜量 8万m³/年以上の
養浜を実施 (平均約4.4万m³/年)

(2) 地形変化の状況

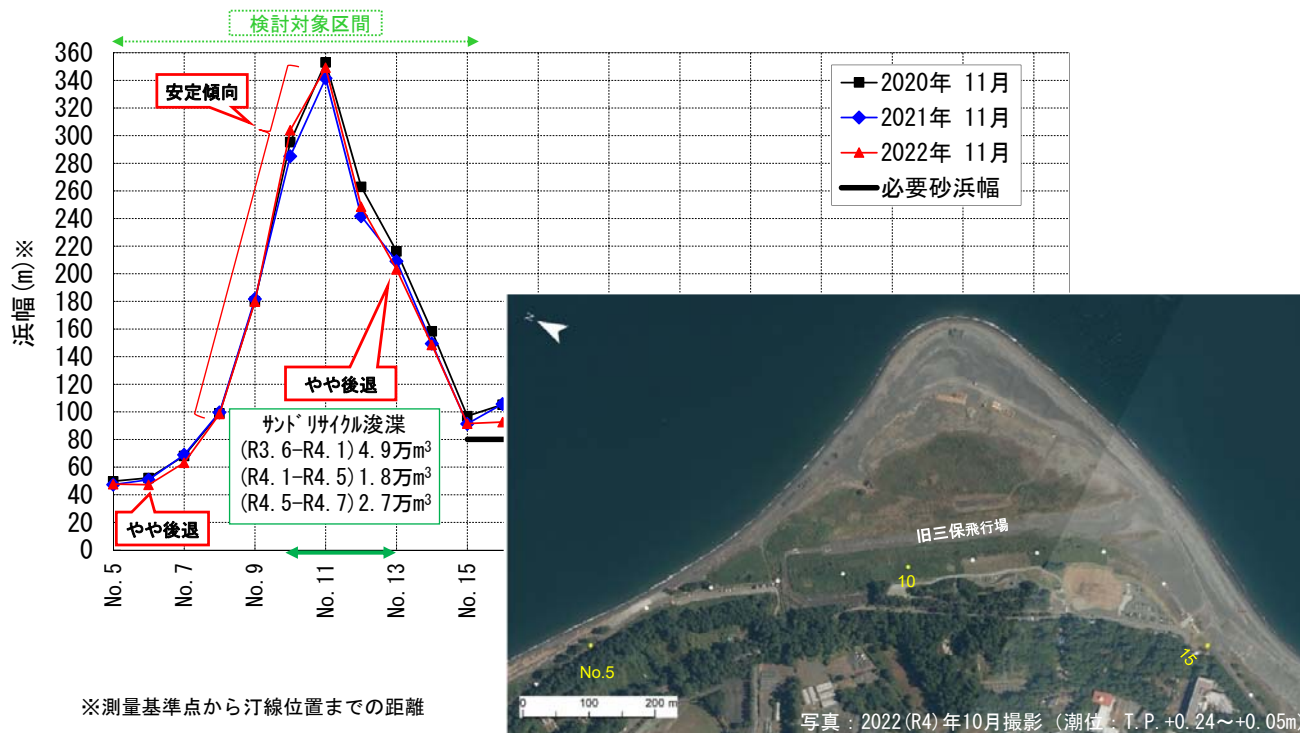
38

5) 消波堤区間下手



- ・旧三保飛行場周辺は測線No. 14～12はサンドリサイクル浚渫を実施中のため汀線がやや後退。
- ・測線No. 11～8は安定。 No. 8より下手の汀線がやや後退。

砂浜幅の変化【2020(R2)年11月～2022(R4)年11月】

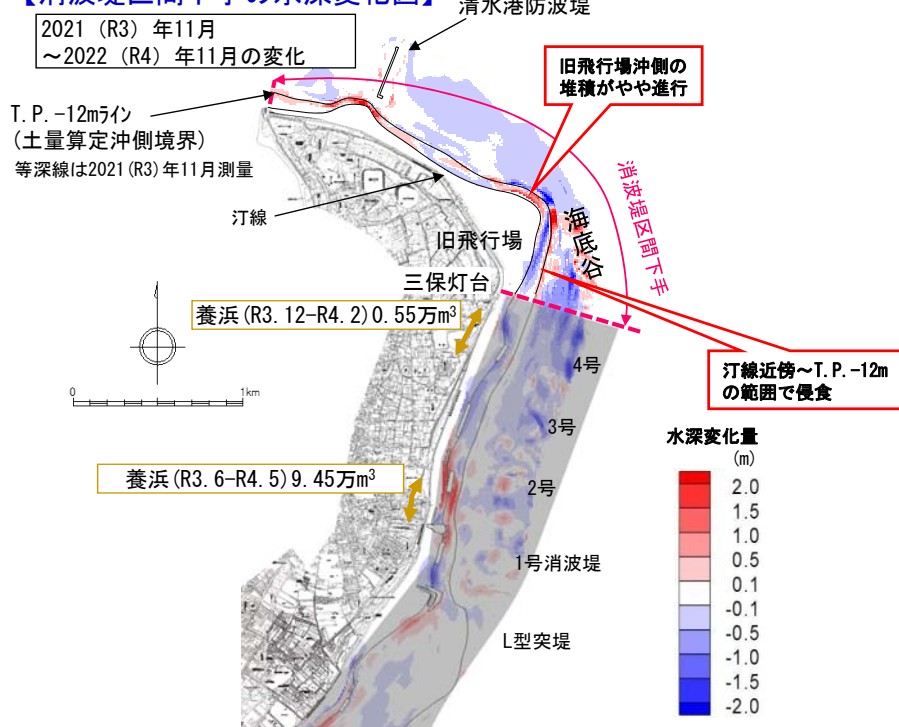


1年間の水深変化と土砂量の変化

2021(R3)年11月～2022(R4)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の範囲で侵食。
- ・旧飛行場沖側（T.P.-12m付近）の堆積がやや進行。

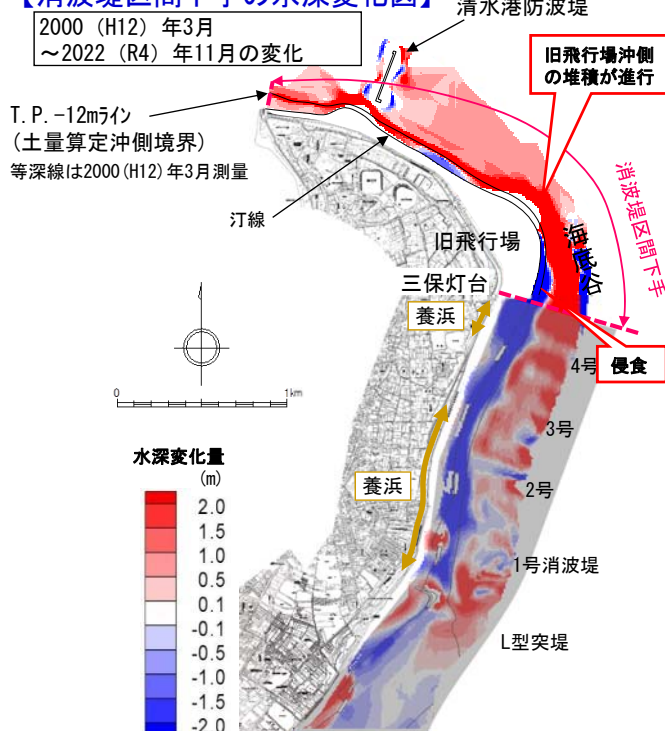
【消波堤区間下手の水深変化図】



■2000 (H12) 年3月～2022 (R4) 年11月の変化

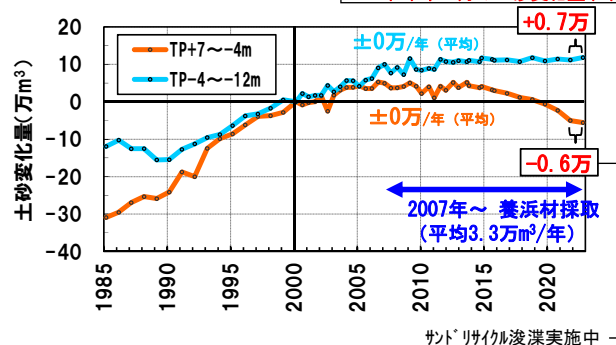
- ・三保灯台～旧飛行場の海底谷が迫る範囲において、汀線近傍～T.P. -12mの範囲で侵食。
- ・旧飛行場沖側の堆積が進行、旧飛行場下手も堆積傾向。

【消波堤区間下手の水深変化図】



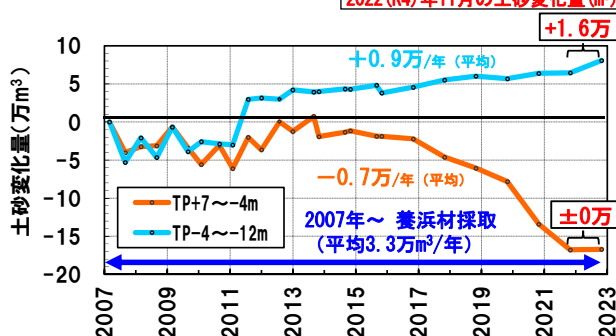
区間土砂量変化 (2000年基準)

数値は2021 (R3) 年11月～
2022 (R4) 年11月の土砂変化量 (m³)



区間土砂量変化 (2007年基準)

数値は2021 (R3) 年11月～
2022 (R4) 年11月の土砂変化量 (m³)



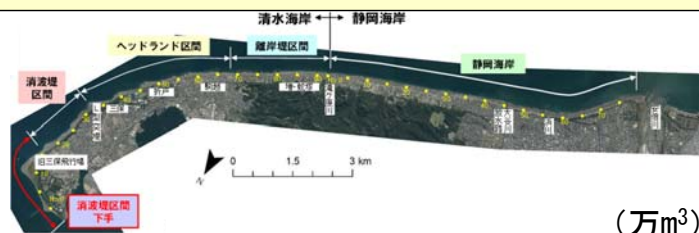
海浜部の土砂量変化(令和4年度)

■2021 (R3) 年11月～2022 (R4) 年11月の変化

- ・静岡海岸は全体で2.0万m³堆積
- ・清水海岸は全体で22.4万m³堆積 (養浜量+15.3万m³を考慮すると7.1万m³堆積)
- ・消波堤区間下手は0.1万m³堆積 (採取量-6.7万m³を考慮すると6.8万m³堆積)

■2000 (H12) 年以降の変化

- ・陸域に近い範囲 (T.P. +7~-4m) で、2012年以前の期間の土砂量変化に比べて全体的に回復・改善傾向



◆2021 (R3) 年11月～2022 (R4) 年11月

(万m³)

区間	消波堤区間下手	消波堤区間	ヘッドランド区間	離岸堤区間	清水海岸全体	静岡海岸全体
T.P.-4~-8m, -12m (主に砂質)	+0.7	-0.2	+2.8	+3.7	+7.0	+4.6
T.P.+7~-4m (主に礫質)	-0.6	+2.7	+6.2	+7.0	+15.4	-2.6
合計	+0.1	+2.5	+9.0	+10.7	+22.4	+2.0
養浜および採取	-6.7	+10.0	+6.1	+5.9	+15.3	-

※養浜および採取の集計期間：令和3年5月～令和4年2月

◆2000 (H12) 年～2022 (R4) 年の期間年平均土砂量変化

(万m³/年)

区間	消波堤区間下手	消波堤区間	ヘッドランド区間	離岸堤区間	清水海岸全体	静岡海岸全体
T.P.-4~-8m, -12m (主に砂質)	+0.5	-1.1	±0.0	+1.6	+1.0	+0.3
T.P.+7~-4m (主に礫質)	+1.9	-2.9	+1.1	+2.7	+2.8	+8.6
合計	+2.4	-4.0	+1.1	+4.3	+3.8	+8.9
養浜および採取 (※R3までの実績)	-2.3	+2.3	+6.2	+1.9	+8.1	-

+7~-12mの範囲を集計 ← → +7~-8mの範囲を集計

全体概況

- ・ 高波浪来襲が少なく令和元～3年度の盛土養浜の歩留まりが高く養浜箇所の汀線は概ね維持。
- ・ 台風14・15号時に高波浪が来襲したが、1号突堤下手は集中養浜の実施により防護が図られた。集中養浜と2号消波堤の復旧により汀線は必要浜幅を確保したが、水中部は水深が深い状態。

離岸堤区間（静岡・清水海岸）

- ・ 安倍川からの供給土砂による砂浜回復域（サンドボディ）の進行と促進養浜の効果により、静岡・清水海岸境界から下手の蛇塚地先まで堆積が進行。

ヘッドランド区間

- ・ 4号ヘッドランド下手は令和3年度の押土養浜の実施により汀線が前進し必要砂浜幅を確保している。その他の養浜箇所は高波浪が少なく養浜盛土の歩留まりが高い状態が継続している。
- ・ 3号・5号ヘッドランド下手は必要浜幅60m未確保。

消波堤区間

- ・ 1号突堤上手は汀線がやや前進。
- ・ 1号突堤下手は集中養浜の実施と2号消波堤復旧により必要浜幅を満足した状態を維持しているが、水中部は水深が深い状態。

消波堤区間下手

- ・ 三保灯台～旧飛行場の汀線はサンドリサイクル浚渫を実施中のため汀線がやや後退し、水中部は概ね維持。旧飛行場前面から下手は汀線がやや後退

優先的な対応が必要と考えられる箇所

- ・ 3号・5号ヘッドランド下手は必要砂浜幅60m未確保であるため、優先的に養浜を実施
- ・ 1号突堤下手は集中養浜の実施と2号消波堤復旧により汀線は前進傾向であるが、水中部は水深が深い状態のため、引き続き優先的に養浜を実施

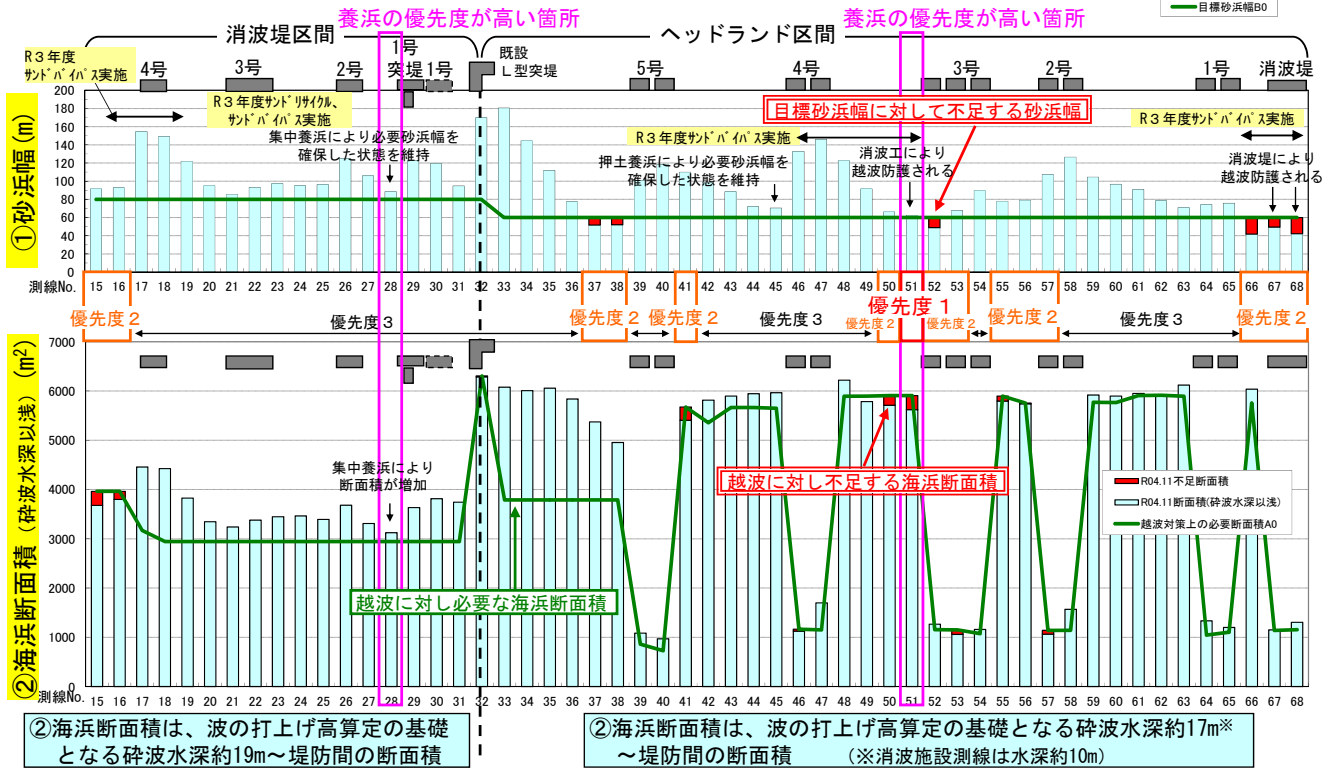
4. 令和5年度の養浜実施計画

- (1) 令和4年度モニタリング結果による養浜箇所の優先度検討
- (2) 令和5年度の養浜実施計画

(1) 令和4年度モニタリング結果による養浜箇所の優先度検討(砂浜幅と海浜断面積による検討) 45

設定した2つの指標に基づき、最新のモニタリング結果から次回の養浜実施箇所の優先度を決定する。
 ⇒必要砂浜幅と必要断面積がともに不足する3号ヘッドランド下手の優先度が最も高い
 ⇒1号突堤下手は養浜により必要砂浜幅を確保した状態を維持。水中部は水深が深い状態のため引き続き養浜が必要

指標… ①砂浜幅が必要砂浜幅に対し不足している箇所、②越波に対し海浜断面積が不足している箇所



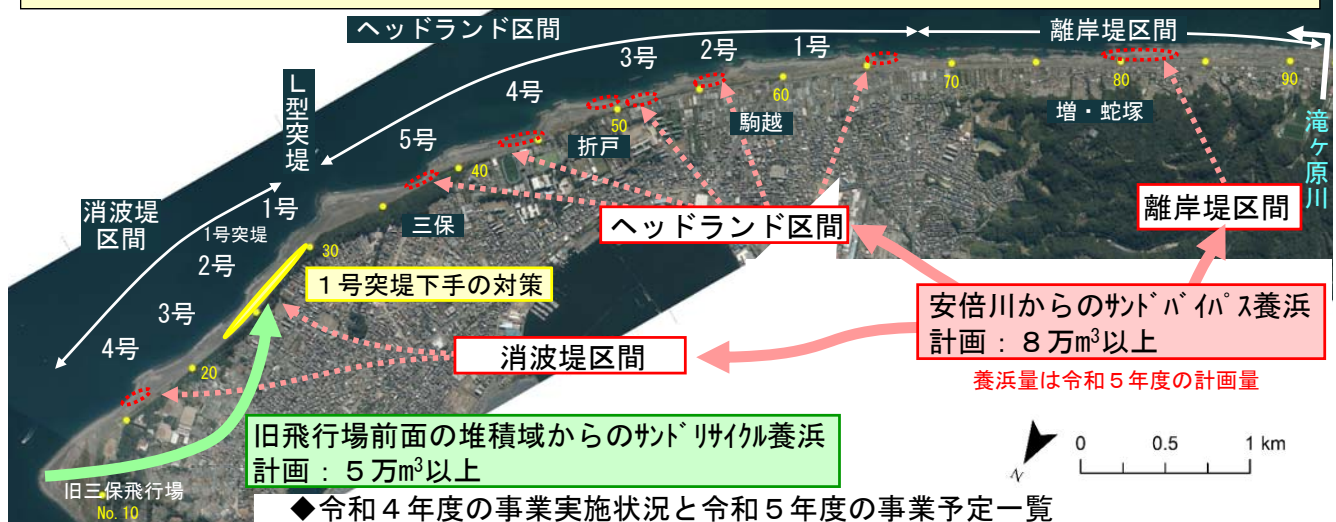
(1) 令和4年度モニタリング結果による養浜箇所の優先度検討(清水海岸の全体概況) 46



(2) 令和5年度の養浜実施計画(清水海岸全体)

47

- 令和5年度は、計画のサンドバィス養浜、サンドリサイクル養浜、1号突堤下手の対策を実施予定



	消波堤区間(三保)	ヘッドランド区間(駒越・折戸・三保)	離岸堤区間(増・蛇塚)
養浜			
R4 実施	■サンドリサイクル養浜4.2万m³(実施中) ■サンドバィス養浜3.3万m³(実施中)	■サンドバィス養浜9.9万m³(実施中)	■サンドバィス養浜 —
R5 計画	■養浜8万m³以上 (サンドリサイクル養浜5万+αm³)	■サンドバィス養浜8万m³以上	■サンドバィス養浜 —
施設			
R4 実施	■2号新堤の検討(実施中) ■散乱ブロック撤去(完了)	■散乱ブロック撤去(完了)	■散乱ブロック撤去(完了)
R5 計画	■1号突堤下手の対策 ⇒養浜(サンドリサイクル+必要に応じてサンドバィス) ■2号新堤の検討	—	—

※消波堤区間の養浜8万m³については、2号新堤整備と併せた対策として第7回フォローアップ会議において決定されたが、養浜材確保の内訳については、令和5年度以降も検討事項となっている。

(2) 令和5年度の養浜実施計画(1号突堤下手)

48

経過の観察及び緊急時の対応：令和3年度の養浜効果を確認し、高波浪等の来襲が少なかったことから、現状では養浜盛土が残存し、必要浜幅を確保しているものの、1号突堤下手の水中部は水深が深く引き続き注意が必要である。今後、侵食が生じ汀線の後退が著しくみられるような場合は、緊急的な養浜を行うこととする。



2022年11月25日撮影(静岡県)

5. 今後の予定

今後の予定

50

	年度	R 4 年度	R 5 年度				R 6 年度
	月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4月～
検討項目	2号新堤の整備	契約手続		設計・製作			施工
	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	次段階の撤去に向けた調査・検討					
実施項目	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					
	1号消波堤段階撤去						
	養浜	旧飛行場サンドリサイクル養浜					
		安倍川サンドバイパス養浜計画					
	養浜材採取試験施工	養浜材採取、採取前後のモニタリング					
	モニタリング				試験施工		
					撤去後アンケート		
				汀線・深淺測量	航空写真撮影		
会議等	侵食対策検討委員会	定写真撮影、汀線GPS簡易測量（高波浪襲来前後）					
		パトロール					
会議等	侵食対策検討委員会	侵食対策検討委員会					
		今回					

6. サンドリサイクル養浜材確保の持続可能性の検討

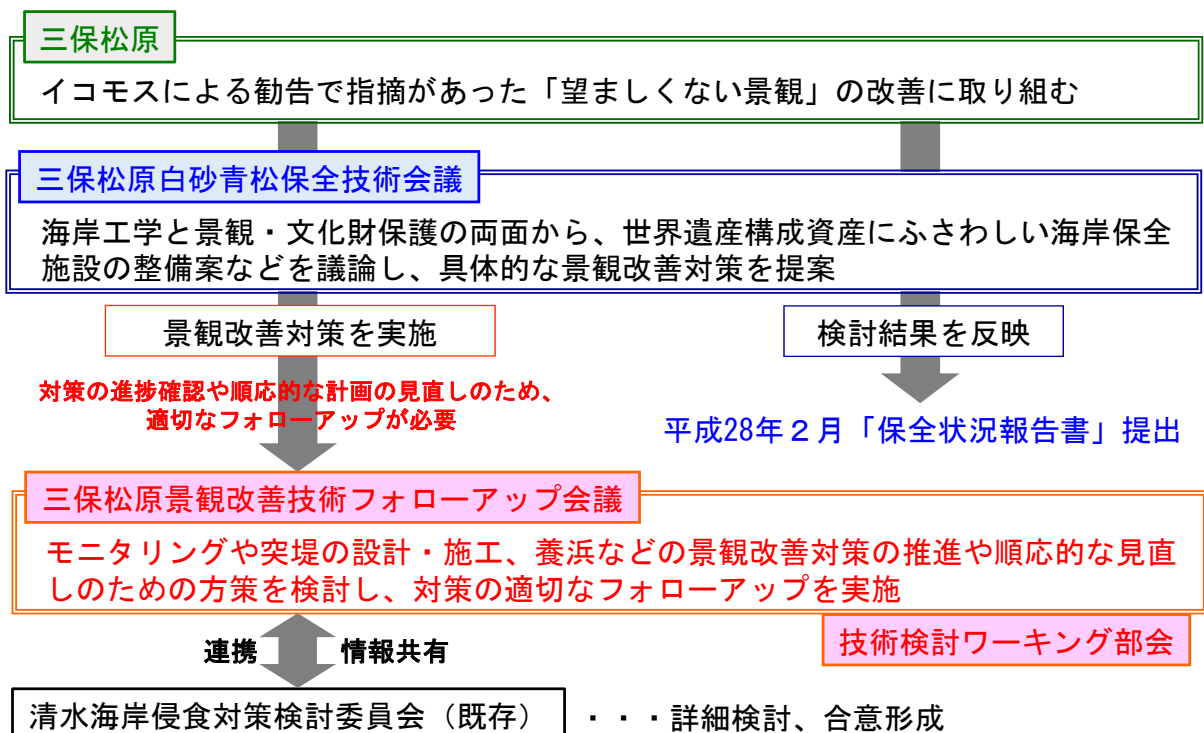
- (1) 三保松原景観改善技術フォローアップ会議の開催状況の報告
- (2) サンドリサイクル養浜材採取箇所
- (3) 採取の課題等
- (4) 海上浚渫案の数値シミュレーション

(1) 三保松原景観改善技術フォローアップ会議の開催状況の報告

52

①海岸保全と景観改善の両立の取組経緯

- ・「三保松原景観改善技術フォローアップ会議」を設立し、対策の進捗確認や順応的な計画の見直しを「清水海岸侵食対策検討委員会」と情報共有しながら連携して行っている。



② 会議開催状況

- これまでにF U会議、WG部会を開催し、対策の推進と順応的な見直しを図るための方策等を検討し、段階に応じたフォローアップを実施。令和3年11月の第7回F U会議により2号新堤の設置位置が決定された。

年度	開催日	主な検討・報告内容	事業内容
平成27年度 (2015年度)	H27. 5. 21 H27. 8. 11 H27. 8. 28 H28. 1. 28 H28. 3. 4	○第1回ワーキング部会 ・ L型突堤の発注に係る設計条件等の設定 ○第2回ワーキング部会 ・ 景観に配慮した養浜の実施方法の検討 ◎第1回フォローアップ会議 ・ イコモスに提出する保全状況報告の確認、モニタリング計画検討 ○第3回ワーキング部会 ・ 景観に配慮した養浜盛土形状の検討 ◎第2回フォローアップ会議 ・ モニタリング報告	H28. 3 契約
平成28年度 (2016年度)	H29. 3. 1	◎第3回フォローアップ会議 ・ 1号消波堤撤去の進め方、モニタリング報告	1号突堤
平成29年度 (2017年度)	H30. 3. 1	◎第4回フォローアップ会議 ・ 1号消波堤撤去の検討、モニタリング報告	
平成30年度 (2018年度)	H31. 3. 1	◎第5回フォローアップ会議 ・ 1号消波堤撤去の検討、モニタリング報告	H31. 3 完成
令和元年度 (2019年度)	R2. 2. 20	◎第6回フォローアップ会議 ・ 2号突堤整備の検討、モニタリング報告	↑ 1号消波堤撤去 (撤去レベルa)
令和2年度 (2020年度)	R2. 12. 24	○第4回ワーキング部会 ・ 2号突堤の設置位置、モニタリング実施状況	↑ 1号消波堤撤去 (撤去レベルb1)
令和3年度 (2021年度)	R3. 10. 21 R3. 11. 9 R4. 3. 24	○第5回ワーキング部会 ・ 2号新堤の設置位置と構造 ◎第7回フォローアップ会議 ・ 2号新堤の設置位置、モニタリング報告 ◎第8回フォローアップ会議 ・ 2号新堤の整備における今後の検討事項、モニタリング報告	
令和4年度 (2022年度)	R5. 3. 24	◎第9回フォローアップ会議 (予定)	

③ 2号新堤の設置位置の選定

- 2号新堤の設置位置について、防護機能、景観改善の順で評価を実施し、最後に総合評価により選定した。

防護評価

- 養浜条件等を改良したモデルにより、海浜変形予測シミュレーションを実施。
- 計算結果から、防護上※最低限必要な浜幅(＝必要浜幅)80mの確保状況を確認。
※越波流量が護岸被災限界を超えない。
- 計算ケースは、「上手案」を基本に、2号消波堤下手の防護方法を変えた複数ケースを設定。

1次選定

【4ケース】

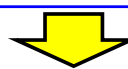
- ケース0の2号消波堤残置、ケース1～4の対策案の予測計算を実施。
- ケース1～4の養浜量は同じ。(1～5年: 8万m³/年、6～30年: 5万m³/年)
- 養浜量や養浜箇所を変更することで、防護機能を満足しそうなケースを選定。



2次選定

【2ケース】

- 2号消波堤下手に根固工(ケース5)、2号新堤(北)(ケース6)が対象。
- 防護機能を概ね満足するよう、養浜量と投入箇所を変更。



2ケース(ケース5, 6)を対象

景観評価

- 海浜変形予測シミュレーション結果を元に、10年後のフォトモンタージュを作成。
- 主要視点場からの海岸構造物の見えを算出し、景観改善効果を定量的に評価。



2ケース(ケース5, 6)を対象

総合評価

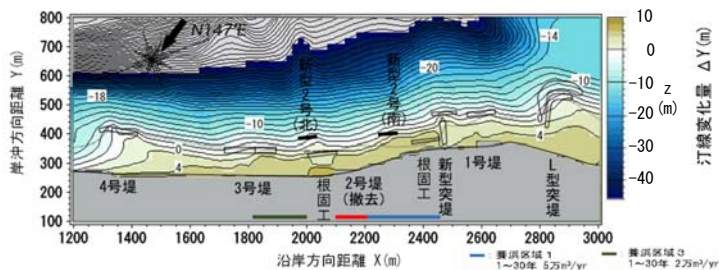
- 防護機能、景観改善、概算コスト、長期評価から総合的な評価を実施し、最適な対策案を選定。

防護評価：海浜変形予測シミュレーションによる防護評価

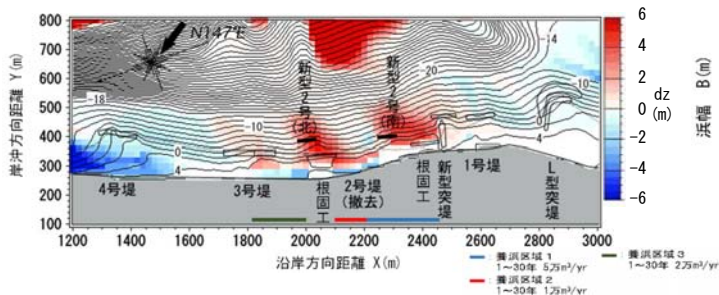
【ケース6：2号新堤（南）+2号新堤（北）+養浜区域拡大】

- ・2号消波堤の背後で10m程度、汀線が後退する。
- ・1号突堤～4号消波堤で著しい侵食は起こらず、各養浜区間では汀線が前進した。
- ・養浜区域を拡大して年間総養浜量を8万 m^3 とすることで、必要浜幅80mの確保が見込まれる。

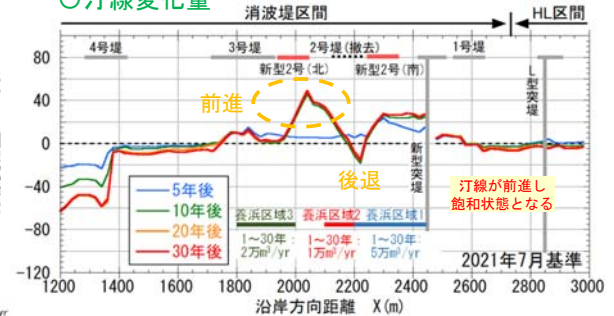
○海底地形図



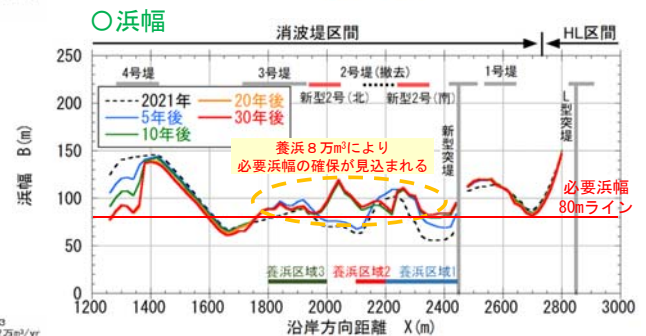
○地形変化量図 (30年後)



○汀線変化量



○浜幅



景観評価：フォトモンタージュによる景観評価

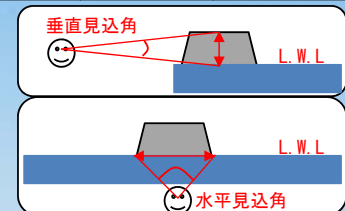
対策案のフォトモンタージュを作成して評価を実施。

将来予測評価（現況地形）

鎌B 現況地形

令和3年10月3日撮影
(潮位I.P. -0.08m (気象庁速報値))
鎌B地点、焦点距離50mm

	①構造物の割合	②垂直最大見込角	③水平最大見込角
2号消波堤	0.29%	0.9°	5.9°
飛散ブロック	0.14%	0.7°	5.5°
計	0.43%	1.6°	11.4°



海岸構造物が写真全体に占める割合について、現況と比べて大幅改善する。
垂直・水平最大見込角は目標値を満足する。

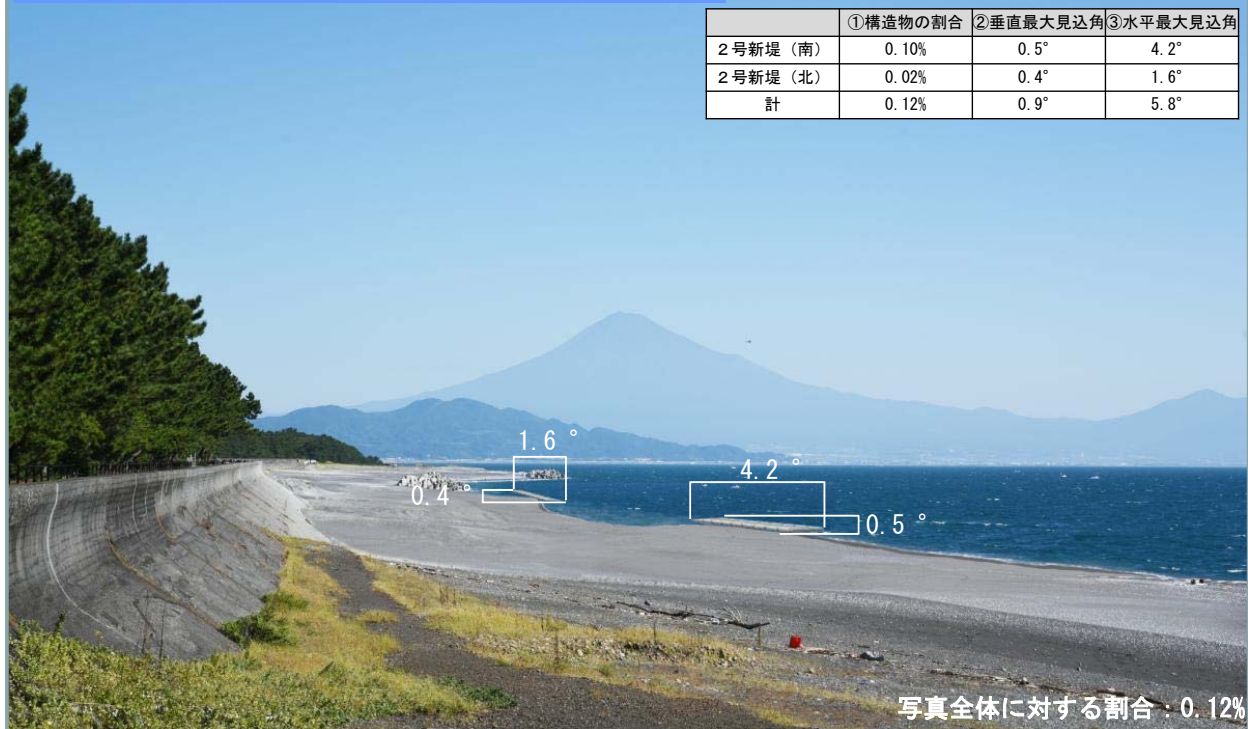
将来予測評価 (10年後地形)

鎌B

ケース6：2号新堤（南）＋2号新堤（北）

令和3年10月3日撮影
(潮位T.P. -0.08m (気象庁速報値))
鎌B地点、焦点距離50mm

	①構造物の割合	②垂直最大見込角	③水平最大見込角
2号新堤（南）	0.10%	0.5°	4.2°
2号新堤（北）	0.02%	0.4°	1.6°
計	0.12%	0.9°	5.8°



総合評価

【2号新堤に求められる条件】＜防護＞越波による護岸の被災を防ぐため、防護上最低限必要な浜幅80m以上を確保する。
＜景観＞世界文化遺産の構成資産にふさわしい景観に改善する。
防護評価、景観評価、概算コスト、長期目標の達成を比較し、**総合的に評価し「ケース6」を選定する。**

設置位置	ケース6 2号新堤（南）＋2号新堤（北）＋養浜区域拡大	
防護評価	2号新堤（南）・2号新堤（北）の設置と養浜8万m ³ /年により、防護上最低限必要な浜幅の確保が見込まれ、特に2号新堤（北）付近では、施設背後の堆砂が促進され、防護上最低限必要な浜幅以上の浜幅の確保が見込まれる。【○】	
景観評価	①海岸構造物が写真全体に占める割合：0.29%→0.12% 現状に比べて大幅に改善する。 ②垂直最大見込角：0.9°→0.9°（鎌B） 目標値（1.0°）を全て満足する。 ③水平最大見込角：5.9°→5.8°（鎌B） 目標値（10.0°）を全て満足する。【○】	
概算コスト	10年間の総額：69.2億円（1.37） 2号新堤（南）＋2号新堤（北）：33.1億円、2号消波堤撤去：5.5億円 養浜（8万m ³ /年×10年間）：30.6億円【△】	
長期目標の達成	施設の設置目標である侵食前の汀線付近に2号新堤（北）を設置するため、長期対策の目標である侵食前の汀線の達成が見込まれる。【○】	
総合評価	防護評価と景観評価の条件を満足し、概算コストは他ケースより大きいものの、防護上最低限必要な浜幅以上の浜幅が確保でき、長期対策の目標の侵食前の汀線の達成が見込まれる。【○】	

【ケース6：2号新堤（南）＋2号新堤（北）＋養浜区域拡大】



長期50年間の施設整備の総額：38.6億円（1.00）
2号新堤（南）＋2号新堤（北）：33.1億円
2号消波堤撤去：5.5億円

事業実施における課題と対応方針 —課題—

- ・ 選定した「ケース6」の2号新堤（南）と2号新堤（北）の設置と継続的な養浜を行い、2号消波堤を撤去するという事業の実施において、解決すべき課題がある。

<事業実施における課題>

①養浜材確保の持続可能性

⇒今回の侵食対策検討委員会の本章で検討

- ・ 消波堤区間には、旧三保飛行場付近から5万m³/年のサンドリサイクル養浜を実施しているが、今回の対策で養浜量が8万m³/年に増えるため、養浜材の確保が課題である。
- ・ サンドリサイクル養浜に用いる土砂の採取について、漂砂上手側からの沿岸漂砂が沖合へ落ち込む地形的特性があり、サンドリサイクル養浜だけでは必要量を確保することが困難であるため、持続可能な養浜材の確保策を検討する必要がある。

②景観に配慮した養浜盛土

- ・ 養浜盛土は、波浪で流出し下手に供給されることが前提であるが、今回の対策で実施する盛土量は8万m³/年と膨大で、3か所に分散して実施する予定であり、富士山を望む上でこの養浜盛土が新たな景観阻害になる可能性があるため、景観に配慮した養浜盛土の形状や施工方法を検討する必要がある。

③2号消波堤のブロック撤去

- ・ 消波堤のブロック撤去は、海浜地形に与える影響が大きいため、2号消波堤のブロック撤去に当たり、撤去の手順や撤去レベルを事前に検討しておく必要がある。

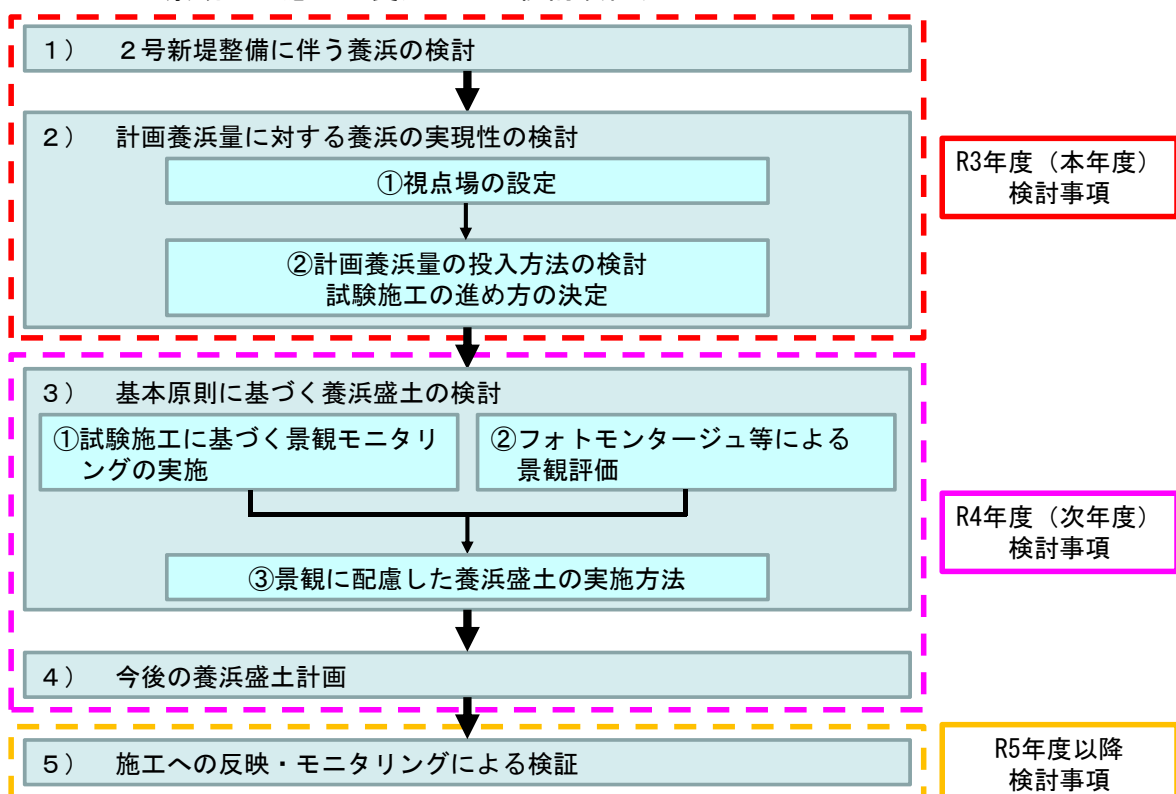
(1) ②景観に配慮した養浜盛土 —養浜盛土の検討の進め方—

第8回三保松原景観改善技術フォローアップ会議資料抜粋

60

- ・ 次の項目及びフローで、景観に配慮した養浜盛土の検討を進める。

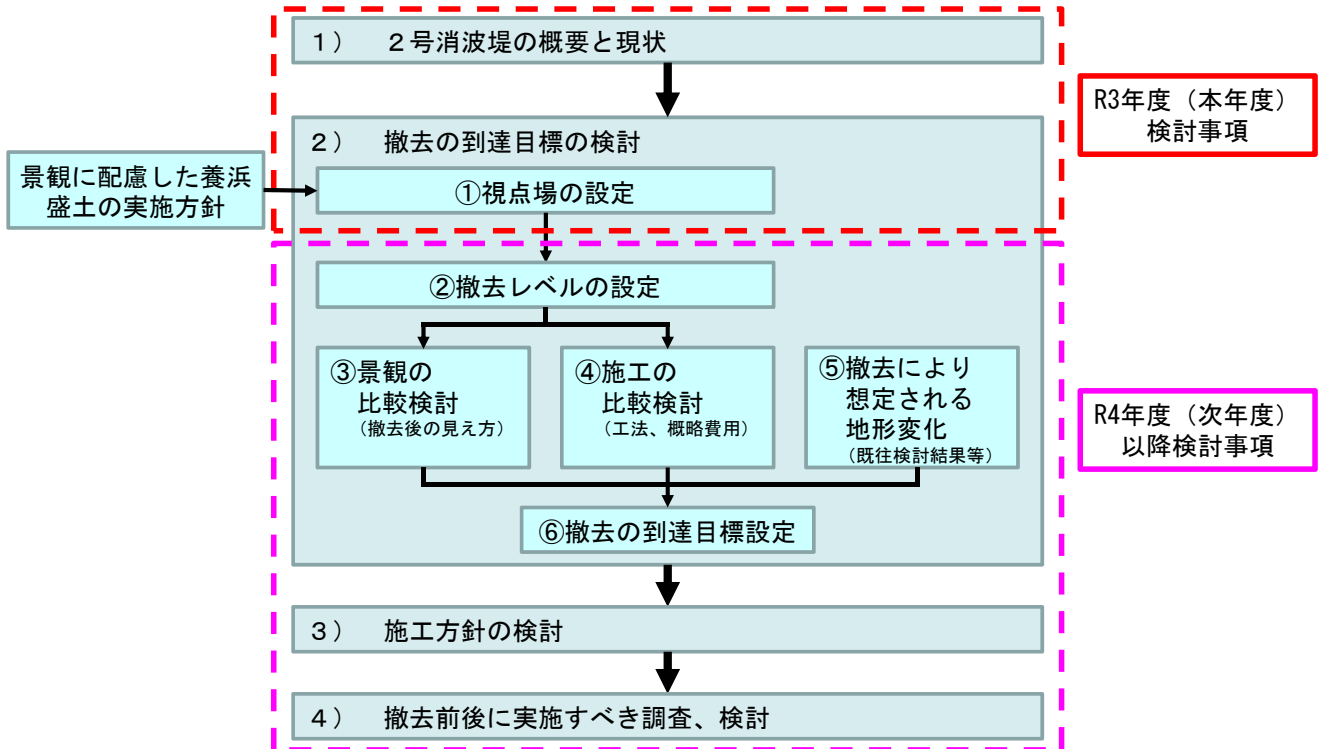
景観に配慮した養浜盛土の検討項目及びフロー



(1) ③2号消波堤のブロック撤去 - 撤去の検討の進め方 -

- ・ 次の項目及びフローで、2号消波堤のブロック撤去の検討を進める。
- ・ 2号消波堤の背後に点在する散乱ブロック撤去については別途検討を進める。

2号消波堤のブロック撤去の検討項目及びフロー



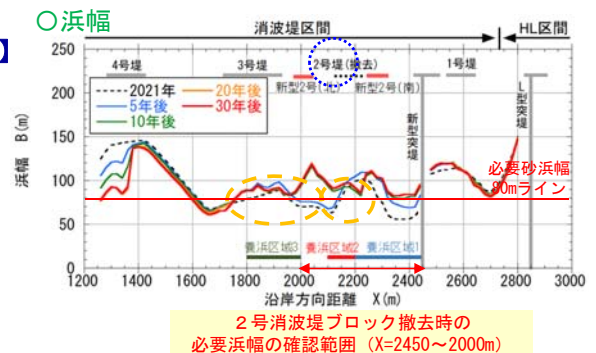
(1) ③2号消波堤のブロック撤去 - 撤去の進め方 -

- ・ 2号新堤（南）と2号新堤（北）設置は、現時点で令和4～8年度で実施予定であり、2号消波堤のブロック撤去は、2号新堤の設置後に行う予定である。
- ・ ブロック撤去着手の判断基準は、2号消波堤付近で必要浜幅80mを満足していること。

【ケース6：2号新堤（南）+2号新堤（北）+養浜区域拡大】

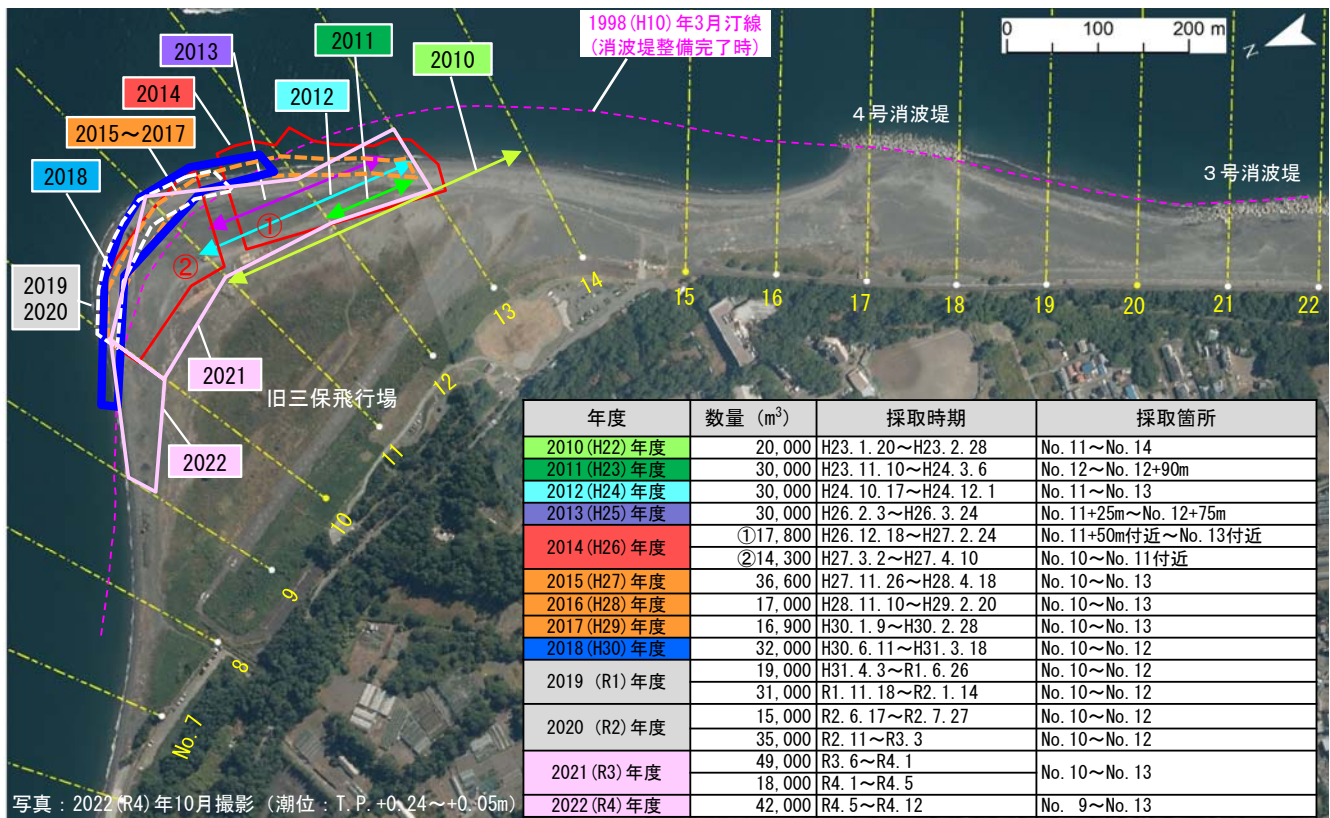
＜撤去実施の判断基準＞

2号消波堤のブロック撤去によるその背後の汀線後退を確認しながら行うことになるが、漂砂下手側の2号消波堤下手の汀線後退が生じて必要浜幅80mを満足していることを条件にブロック撤去を実施する。



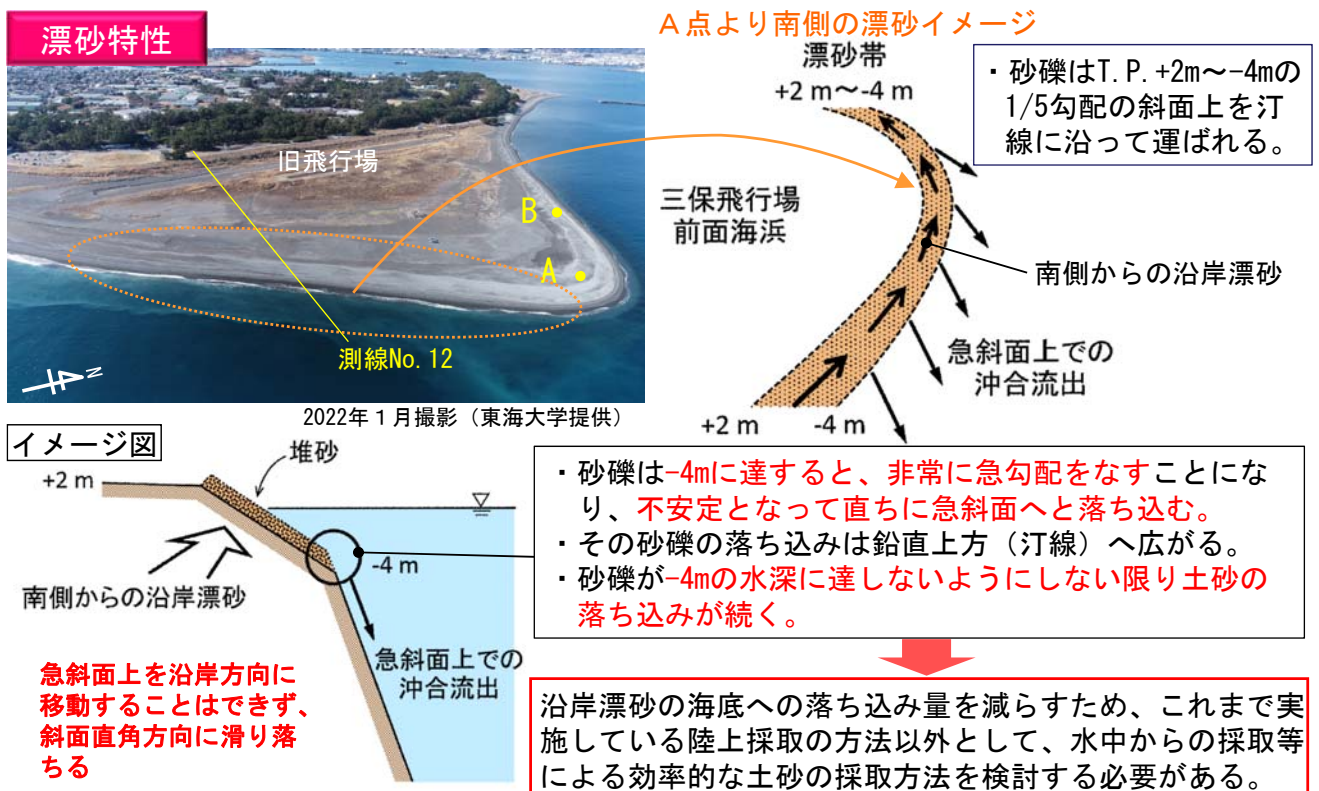
	R 4 年度	R 5 年度	R 6 年度	R 7 年度	R 8 年度	R 9 年度～
2号新堤（南）	契約手続	設計・製作	施工			
2号新堤（北）			契約手続	設計・製作	施工	
2号消波堤撤去	撤去方法の検討			段階的な撤去工事		
1号消波堤撤去	次段階撤去の検討		撤去工事			

- ・ 2010 (H22) 年度以降の旧飛行場前面でのサンドリサイクル養浜材採取は、堆積箇所を実施しており、2014 (H26) 年度より採取エリアを下手側まで拡幅して実施



(3) 採取の課題等 —サンドリサイクル養浜材採取箇所の実態—

- ・ 大量の沿岸漂砂が現在もT.P. -4m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。
- ・ 砂礫がT.P. -4mの水深に達しないようにしない限り土砂の落ち込みが続くため、現在の陸上採取の方法以外として、水中からの採取等による効率的な土砂の採取方法を検討する。



(3) 採取の課題等 —現在のサンドリサイクル養浜材の採取方法と課題— 65

- ・現在の必要土砂量の継続的な採取は不確実（海底への土砂の落ち込みはなおも進行）
- ・消波堤区間の今後の必要養浜量 8 万 m^3 /年を現在のサンドリサイクル養浜材の採取量増量のみでの対応は困難

現在の採取方法

- 汀線付近のバームより陸側をプール状に繰り返し掘削する方法で砂礫を採取
- 測線No. 12~10のT. P. +3m~+1m程度を掘削

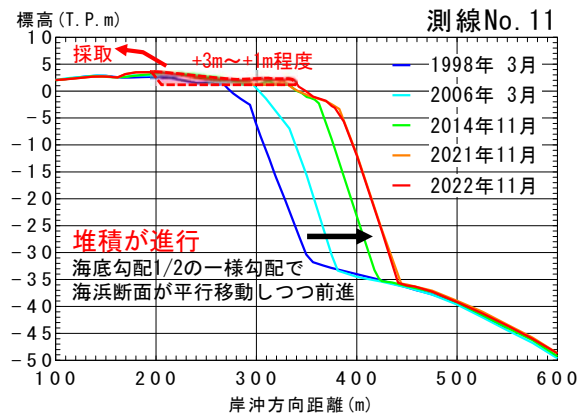
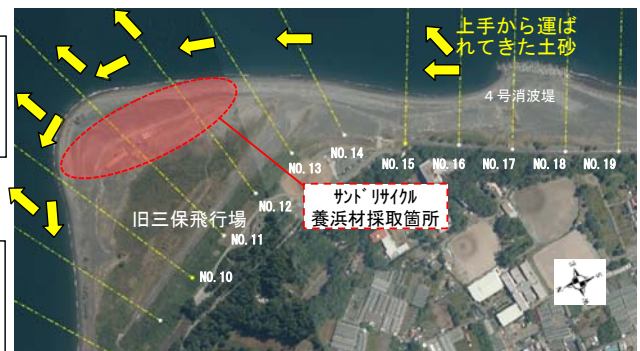
課題

- 南側からの沿岸漂砂の大半は、旧三保飛行場前面で海底へ落ち込み、堆積が進行している。
- 現採取量 5 万 m^3 /年の実施においては掘削箇所の地形の回復は確認されているが、必要土砂量の継続的な採取は不確実である。
（海底への土砂の落ち込みはなおも進行）
- 今後の必要養浜量 8 万 m^3 /年はサンドリサイクル養浜材の採取量増量のみでの対応が困難。

対策案

- 海底へ落ち込む前の急斜面上の堆積土砂を採取する。
（陸上採取+海上浚渫）

海底への土砂の落ち込み・堆積が進行



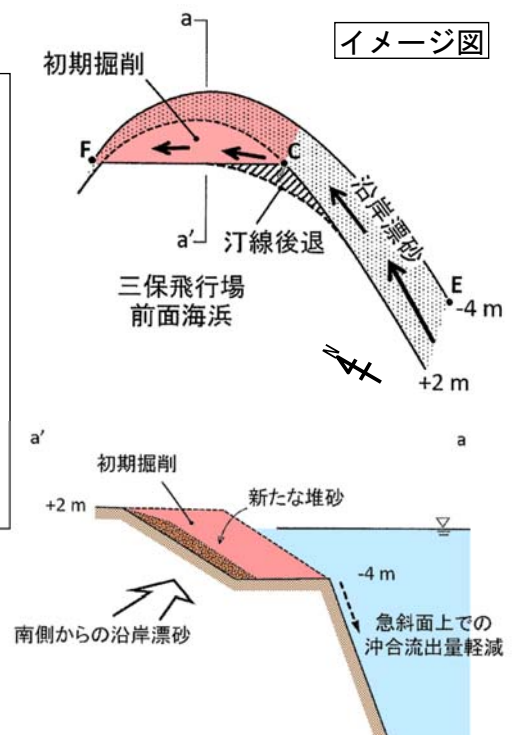
(3) 採取の課題等 —養浜材の採取方法【海上浚渫案】— 66

【海上浚渫案】海底に落ち込む前の急斜面上の堆積土砂 (T. P. +2m~-4m) を採取する。

舌状砂州先端部の急斜面（安息勾配1/2）となる手前（T. P. -4m以浅）から1998年汀線までを掘削して平坦面とし、南側から運ばれてきた沿岸漂砂の堆積が平坦面上で起こるようにして、急斜面への落ち込みを防ぐ。

想定される課題

- ・現況汀線を掘り込んで汀線を人為的に後退させると、その上手側端部のC付近では掘削されたポケットへ向かう漂砂が起こり、C以南（漂砂上手側）が急激に削られ、汀線後退を招く恐れがある。
- ・土砂の落ち込みは、地点E~F間で連続的に起きているため、上手側の侵食を避けようと掘削域を下手側のFにずらしても、Fに至るまでの漂砂の移動過程でT. P. -4mの勾配変化点を通り、海底への落ち込みが生じる。
- ・逆に掘削域を上手側のEにずらすと、海底への落ち込みは防止できる可能性は高まるが、上手側海岸（4号消波堤下手）での侵食を助長する恐れがある。



【今後の検討案】

採取時に上手側海岸（4号消波堤下手）の侵食を助長しないよう、数値シミュレーション等により適切な採取箇所、採取可能量等の検討を行う。

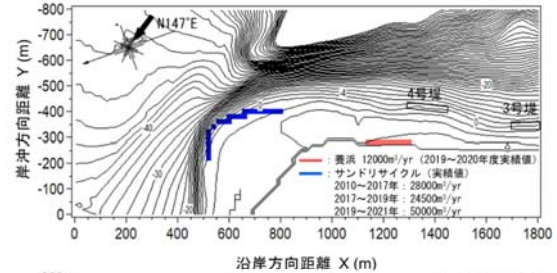
- 数値シミュレーションにより、現行の陸上採取を今後継続して実施していくケースと海上浚渫案を実施するケースについての地形変化予測計算を行った。計算結果は参考資料(8)に示す。

予測ケース	ケース名	土砂採取量	採取方式	採取範囲
ケース 1	現行の陸上採取	5 万m ³ /年	T. P. +0mまで陸上	No. 13~10 : T. P. +2~-+0m
ケース 2	大規模浚渫 (T. P. -4mまで)	初期 2 5 万m ³	T. P. +0mまで陸上 + 海上	No. 13~10 : T. P. +2~-4m (割合) 陸上 1 : 海上 2
ケース 3	大規模浚渫 (T. P. -6mまで)	初期 2 5 万m ³	T. P. +0mまで陸上 + 海上	No. 13~11 : T. P. +2~-6m (割合) 陸上 1 : 海上 3

【計算対象区域】

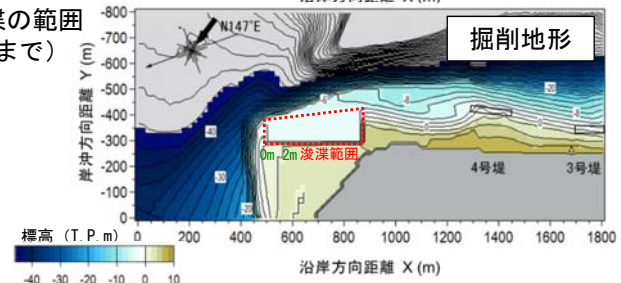


【再現計算条件】サンドリサイクル (実績)



【予測条件】

大規模浚渫の範囲
(T.P.-4mまで)



- 数値シミュレーションにより、現行の陸上採取に比べて、汀線より海側での採取の実施により、浚渫地形が埋め戻るまでの期間は海底への土砂の落ち込み量が低減されることが確認された。ただし、海側での採取を浚渫船により実施する場合はコスト面で不利となる。
- 汀線より海側での採取について、陸上施工により実施可能な範囲内での検討を進めていく。

■ケース1~3のまとめ

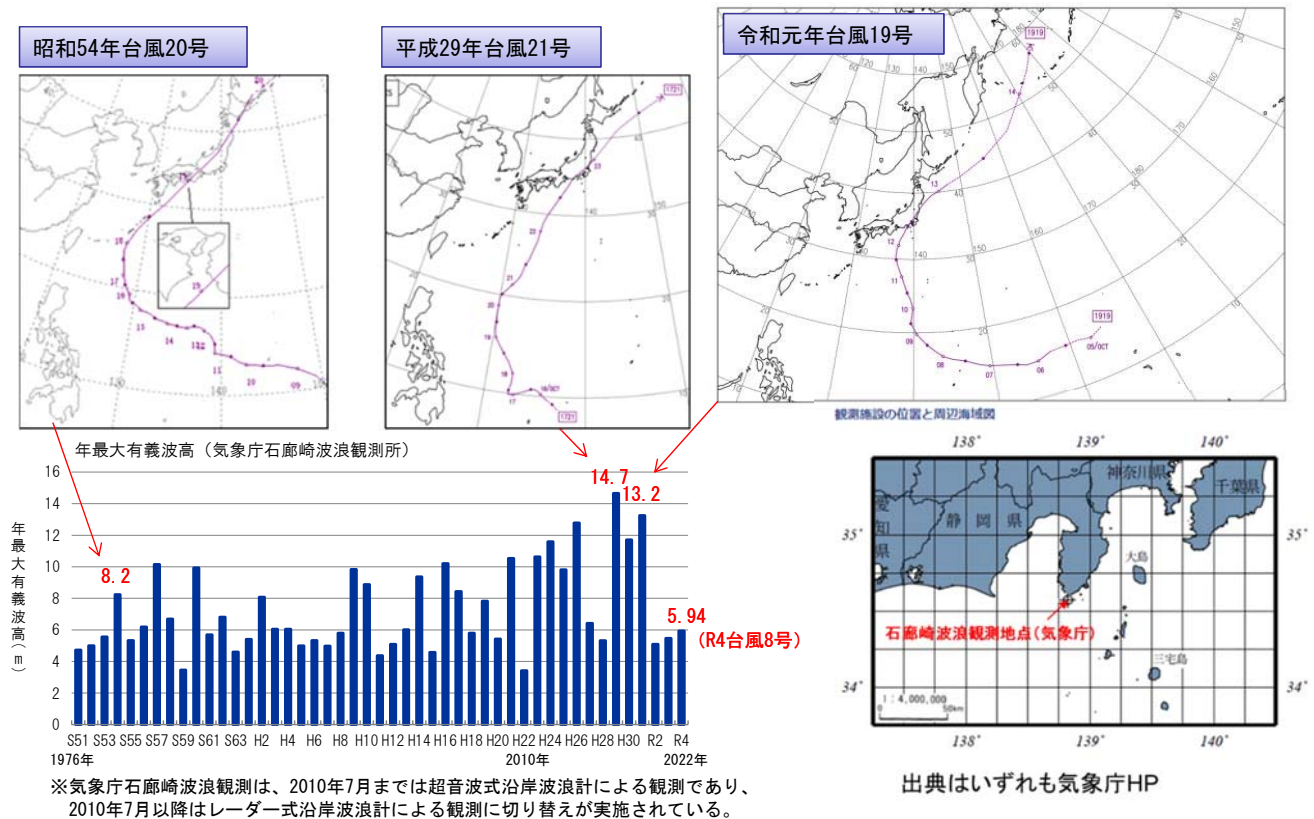
ケース名	土砂採取量	採取方式	採取範囲	海底への土砂の落ち込み	概算コスト (5年間)
ケース 1 現行の陸上採取	5 万m ³ /年	T. P. +0mまで陸上	No. 13~10 : T. P. +2~-+0m	現行の採取方法を継続した場合は、海底への土砂の落ち込みが継続する。	7億円 陸 : 2800円/m ³ × 5 万m ³ × 5年 = 7億円
ケース 2 大規模浚渫 (T. P. -4mまで)	初期 2 5 万m ³	T. P. +0mまで陸上 + 海上	No. 13~10 : T. P. +2~-4m (割合) 陸上1 : 海上2	浚渫地形が埋め戻るまでの期間は土砂の落ち込み量が低減される。埋め戻り後は海底への落ち込みが生じるため、再浚渫が必要となる。	17.2億円 陸 : 2800円/m ³ × 25 万m ³ × 1/3 = 2.33億円 船 : 8900円/m ³ × 25 万m ³ × 2/3 = 14.83億円
ケース 3 大規模浚渫 (T. P. -6mまで)	初期 2 5 万m ³	T. P. +0mまで陸上 + 海上	No. 13~11 : T. P. +2~-6m (割合) 陸上1 : 海上3		18.4億円 陸 : 2800円/m ³ × 25 万m ³ × 1/4 = 1.75億円 船 : 8900円/m ³ × 25 万m ³ × 3/4 = 16.69億円

【今後の予定 (作業実施状況)】

- 陸上施工により実施可能な汀線~T. P. -2mの範囲で採取を行った場合の影響評価を予測シミュレーションにより実施する。
- 消波堤区間での必要養浜量 8 万m³/年の継続的な確保に向けて、現行の陸上採取と汀線より海側での採取を継続的に実施する場合の影響評価 (埋め戻り状況の確認、上手側の侵食箇所への影響、海底への土砂の落ち込み低減効果の確認等) を実施し、今後の採取計画に反映する。

71

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4年は顕著な高波浪は観測されていない）。

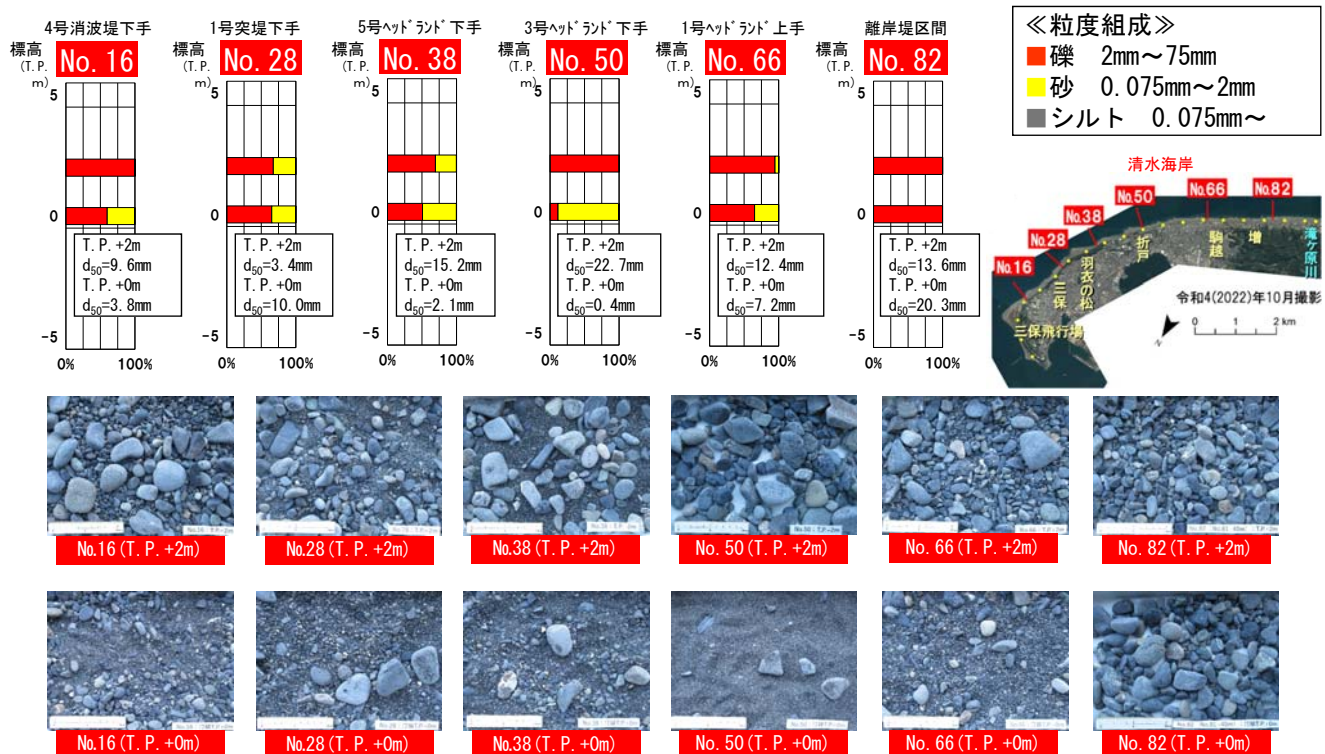


72

■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。

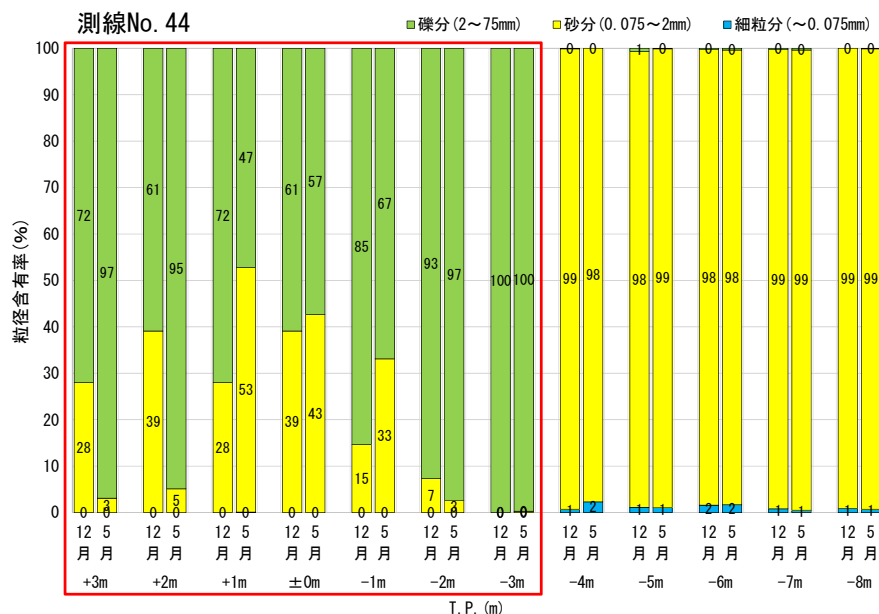
(※中央粒径は、 $d_{50}=2.1\text{mm}$ の細礫～ 23mm の粗礫であり、No. 38とNo. 50の汀線は礫層上の表層を薄く砂が分布していた)



(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



(3) 底質調査結果(令和2年度)

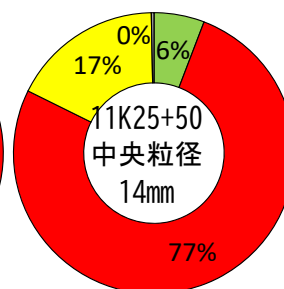
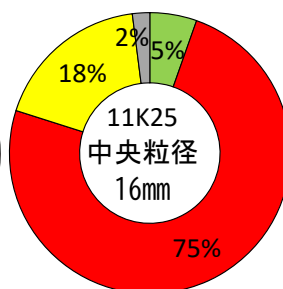
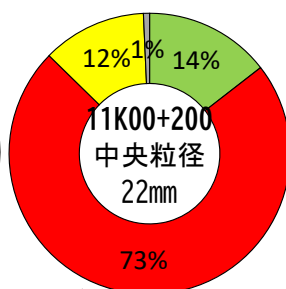
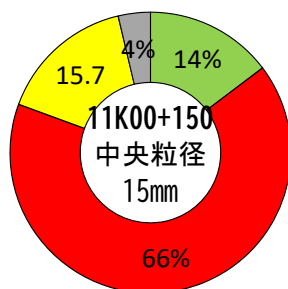
令和2年度清水西海岸高潮対策工事(サンドバイパス養浜工)養浜材採取箇所の任意の4地点について粒径調査(R2.12)を実施した。→礫主体で消波堤区間の現地粒径より粗いため養浜材としての歩留まりが高くなることが期待できる。

【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~

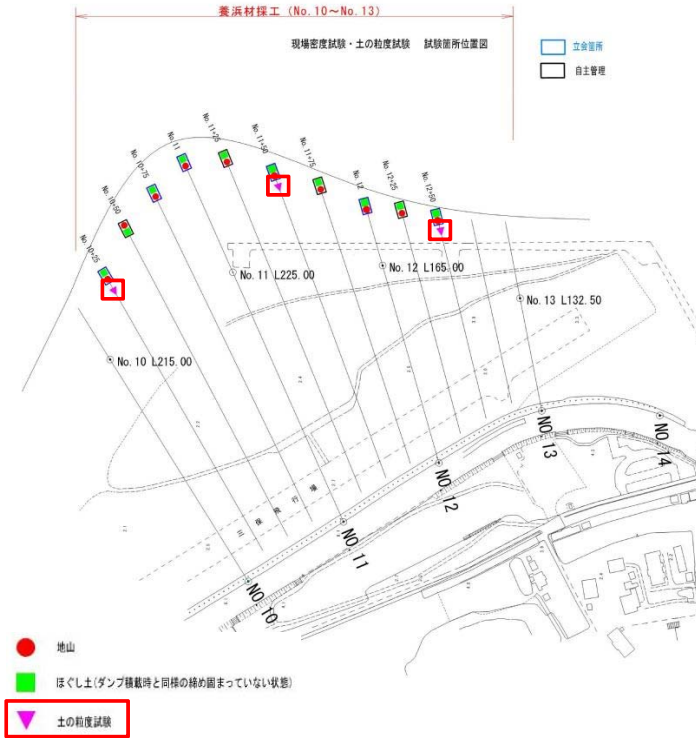
(3) 底質調査結果(令和3年度)

75

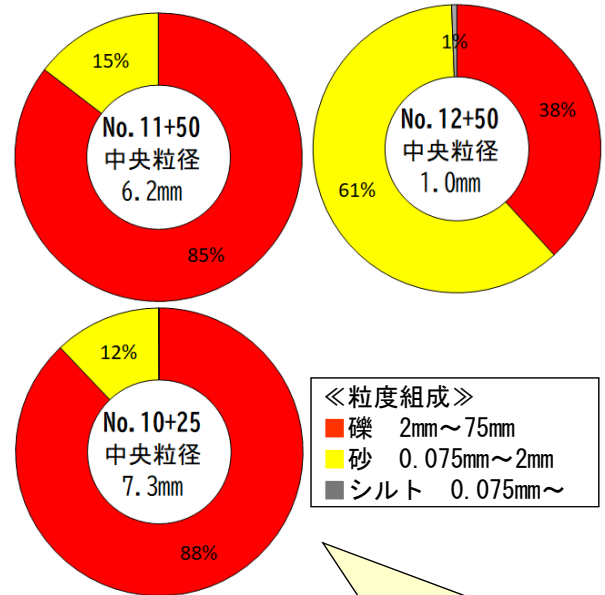
令和3年度清水西海岸高潮対策工事(サンドリサイクル養浜工)養浜材採取箇所の任意の3地点について粒径調査(R4.2)を実施した。→消波堤区間の現地と同じ礫主体であり、粒径も同程度である。

【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】



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)

(4) 三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果(令和4年度)

76

漁業

目的：漁業への影響の把握

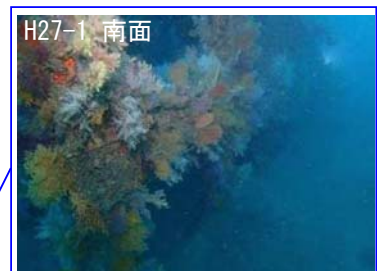
評価基準	漁業に悪影響を及ぼしていないこと
評価	漁礁周辺は堆砂等は生じておらず魚類も集まっていることが確認されたため、漁業への影響は問題が無いレベルと推測される。 - 三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果から、漁礁の移動・変形等は無く、漁礁底面では昨年度から変化がなく砂礫の堆積は見られない。養浜土砂による影響等は確認されず、魚類が集まっていることを確認した。 - 対策の実施による影響等は、清水漁業協同組合等から指摘されていない。
対応	➤ 対策による漁業への影響を確認するため、今後も漁礁モニタリングと関係機関への聞き取り調査を実施していく。

【令和4年度三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果】

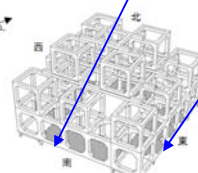
魚類の確認状況(潜水調査により確認された魚種及び場所(12月実施))

H27-1		確認魚種および増集場所	
魚種名	体長	尾数	増集場所
1 イサキ	10cm	30	漁場調査ブロック周辺
2 キタマクラ	10cm	20	漁場調査ブロック内
3 オオモンハタ	20cm	2	漁場調査ブロック周辺
4 オキゴンベ	10cm	5	漁場調査ブロック内
5 カワハギ	20cm	5	漁場調査ブロック内
6 ハコブダ	15cm	5	漁場調査ブロック周辺
7 ホシササノハバ	15cm	3	漁場調査ブロック内

H27-2		確認魚種および増集場所	
魚種名	体長	尾数	増集場所
1 イサキ	10cm	100	漁場調査ブロック内
2 ネンブツダイ	5cm	50	漁場調査ブロック内
3 キタマクラ	10cm	50	漁場調査ブロック内
4 キンギョハナダイ	10cm	20	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 オオモンハタ	20cm	1	漁場調査ブロック内
7 オキゴンベ	10cm	10	漁場調査ブロック内
8 タカノハダイ	20cm	2	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

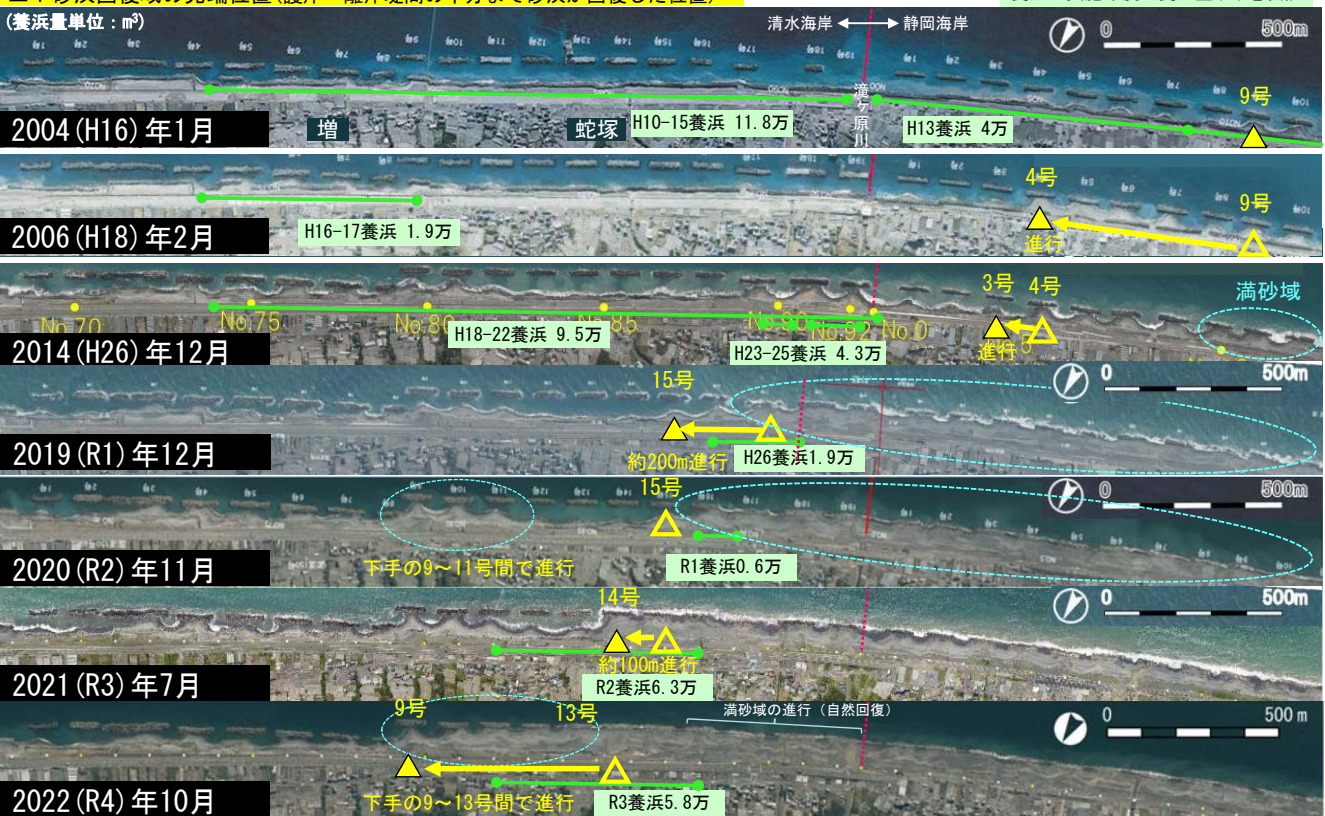
(5) 安倍川からの供給土砂による砂浜回復域の進行状況【離岸堤区間】 77

- ・ 2021 (R3) 年は蛇塚地区14号離岸堤まで砂浜回復域が進行している
- ・ 2022 (R4) 年は蛇塚地区9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)

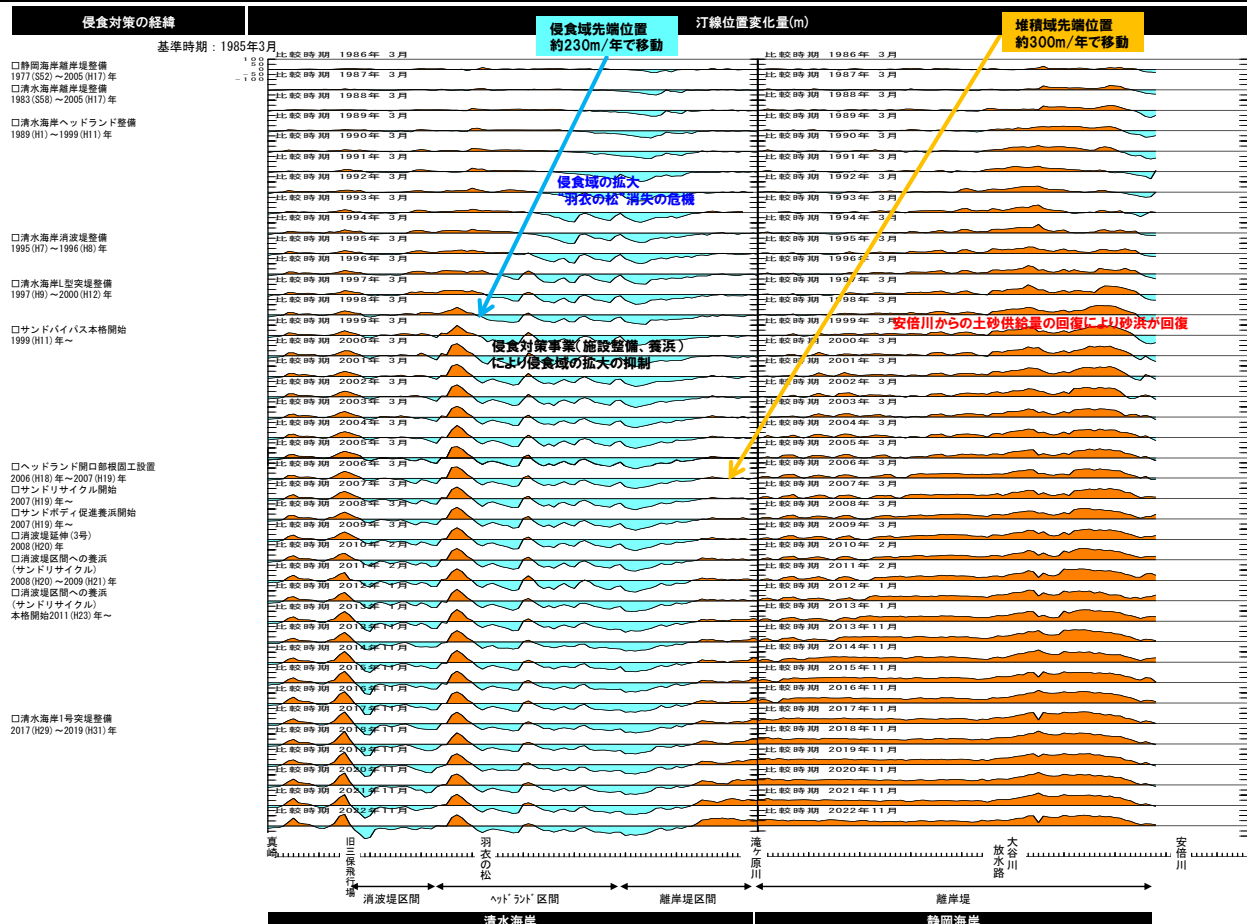
養浜は実施年度と養浜量(m³)を表記

(養浜量単位：m³)



(5) 砂浜回復域の進行状況【汀線変化図(1985年基準)】

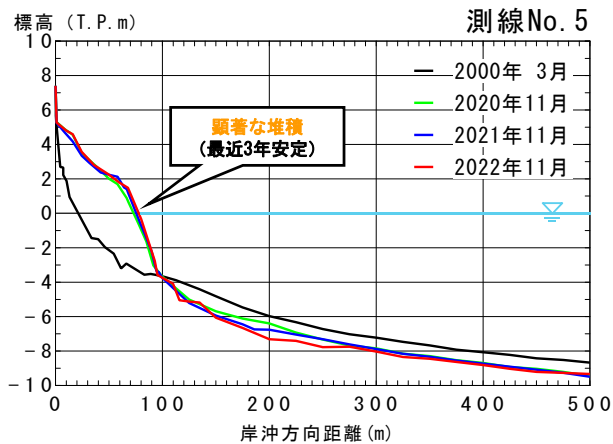
78



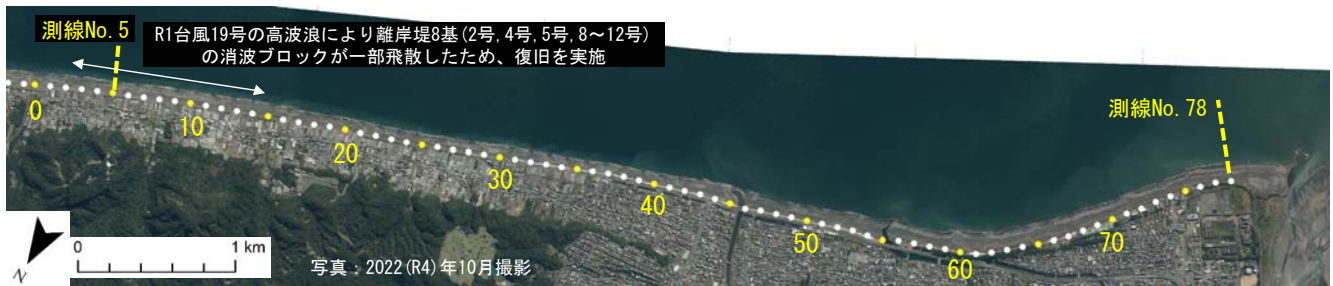
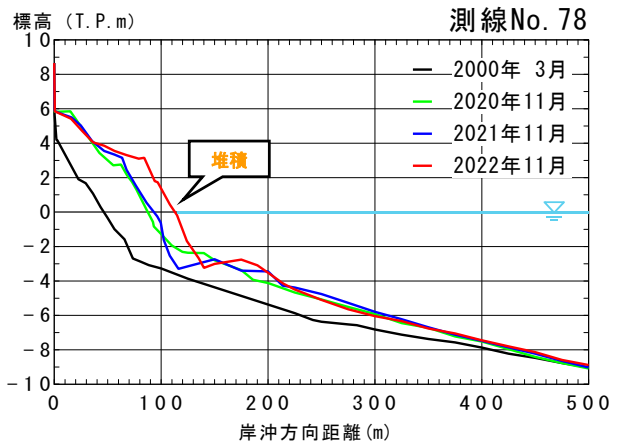
■ 静岡海岸

- ・ 安倍川河口左岸の測線No. 78は、2021～2022年にかけて堆積。
- ・ 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）

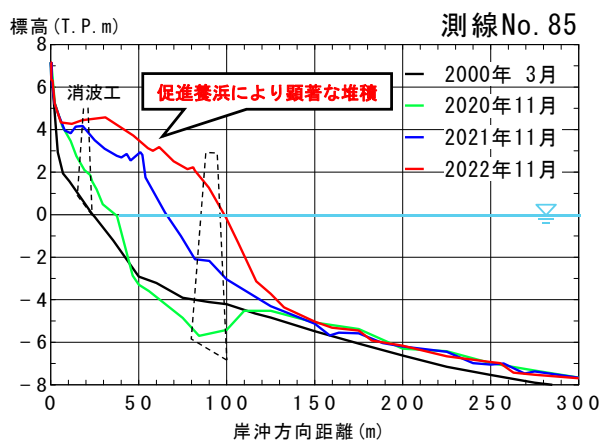


○ 安倍川河口左岸

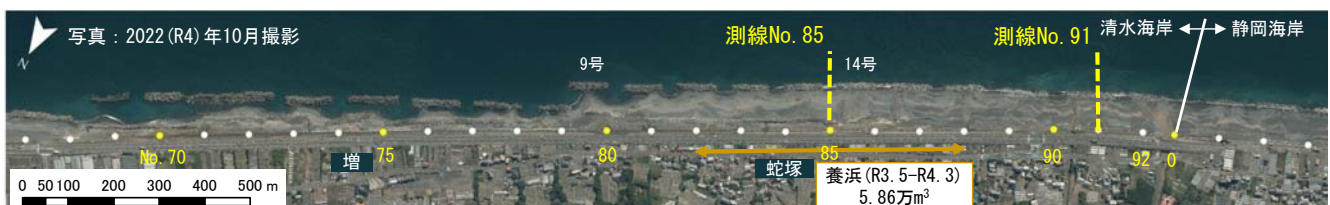
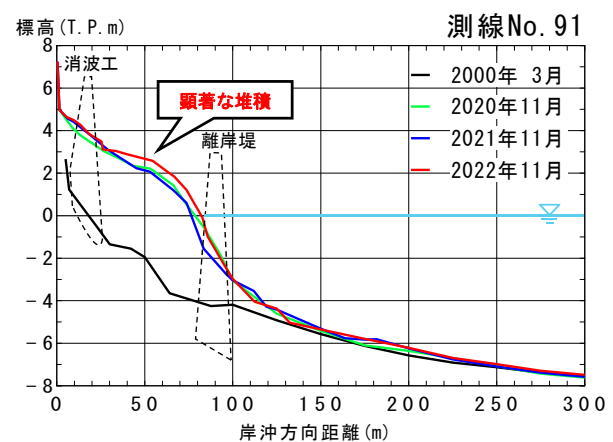


- ・ 測線No. 88～92は砂浜回復域の到達により砂浜が回復。
- ・ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部（測線No. 85）は令和元年台風19号により侵食された箇所が促進養浜の実施により、砂浜が回復。

○ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部

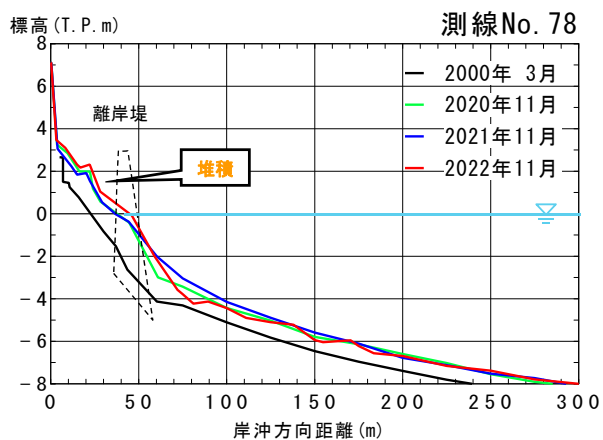


○ 砂浜回復促進養浜箇所より上手側

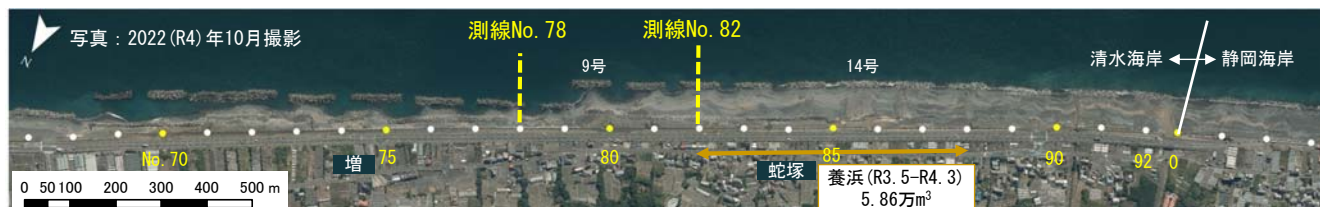
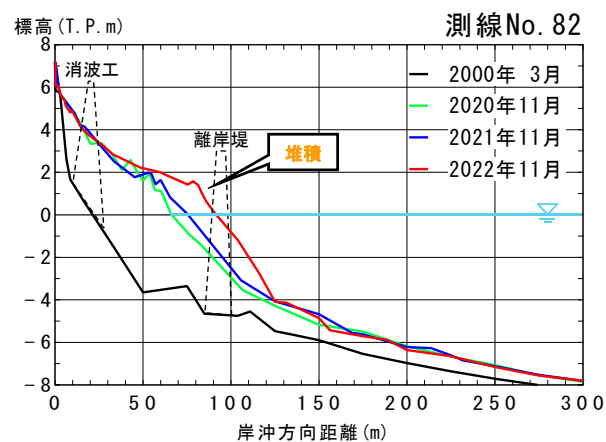


- ・ 蛇塚地区11号離岸堤（測線No. 82）は、2020年から2022年にかけて離岸堤岸側から沖側で堆積。
- ・ 増地区7号離岸堤（測線No. 78）は、2021年から2022年にかけて離岸堤岸側でやや堆積している。

○増地区7号離岸堤

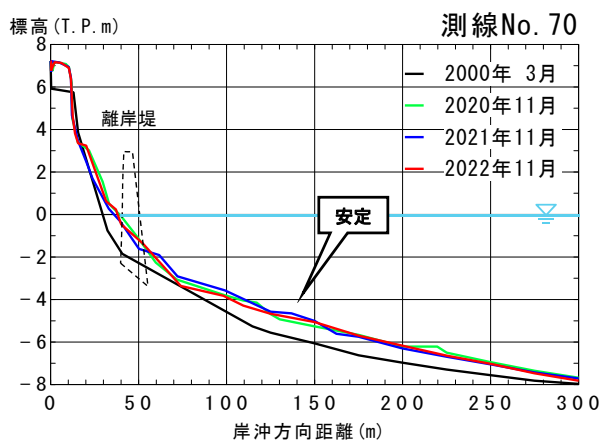


○蛇塚地区11号離岸堤

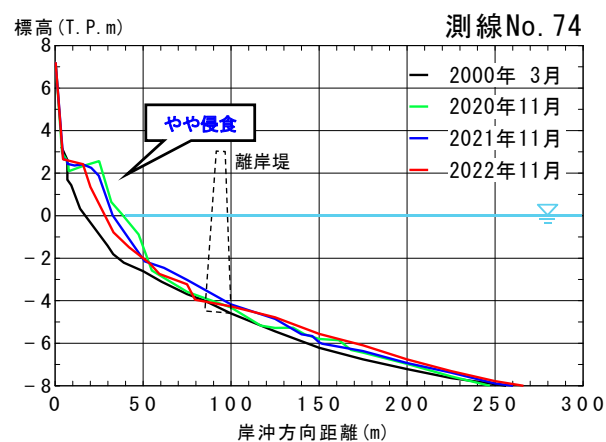


- ・ 増地区4号・5号離岸堤の開口部（測線No. 74）は、2021年から2022年にかけて汀線がやや後退。
- ・ 増地区2号離岸堤（測線No. 70）は、2020年から2022年の変化は少なく安定している。

○増地区2号離岸堤



○増地区4・5号離岸堤の開口部



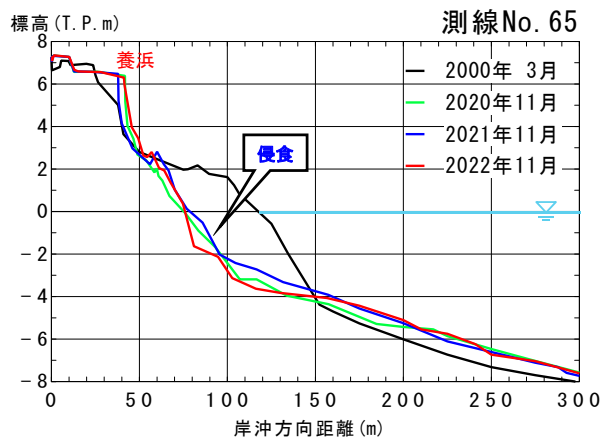
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 83

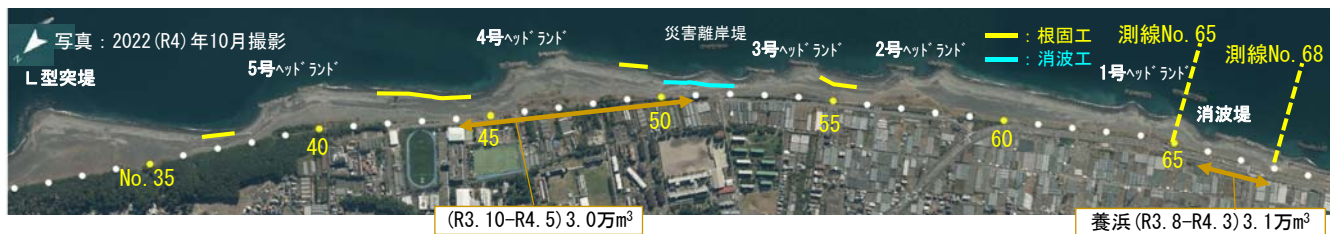
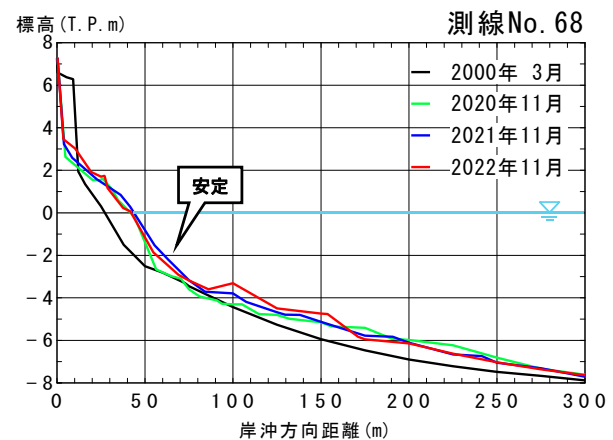
■増地区離岸堤～1号ヘッドランド

- ・増地区離岸堤下手の消波堤端部（測線No. 68）は2021年以降は消波堤沖側の侵食箇所が埋め戻され安定している。
- ・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いが、沖側はやや侵食が生じている。

○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）



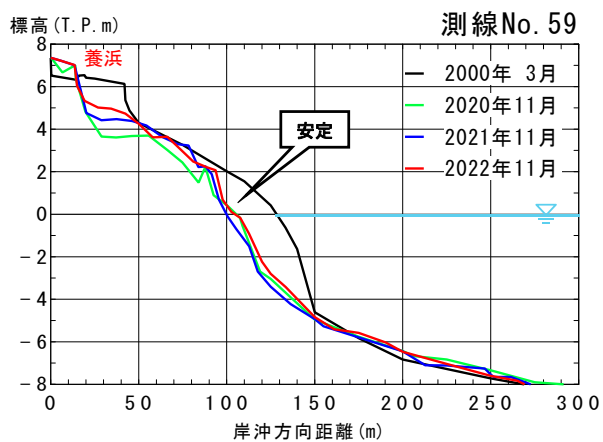
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 84

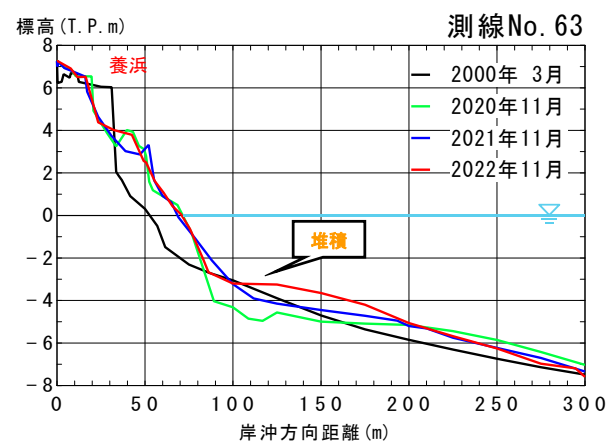
■1号～2号ヘッドランド

- ・1号ヘッドランド下手（測線No. 63）は、2021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）



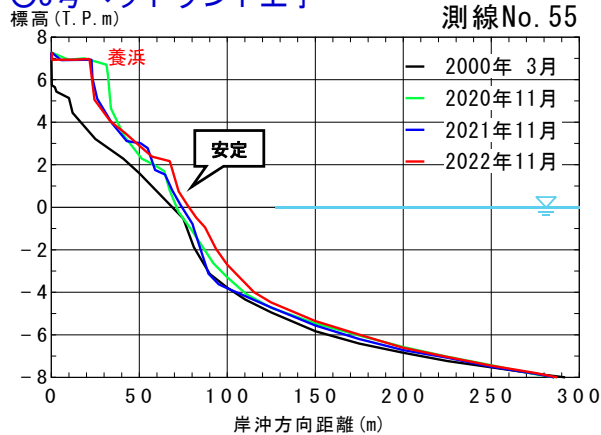
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 85

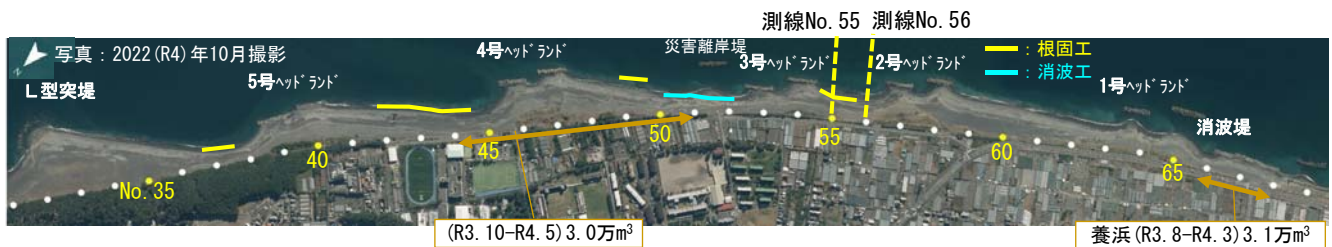
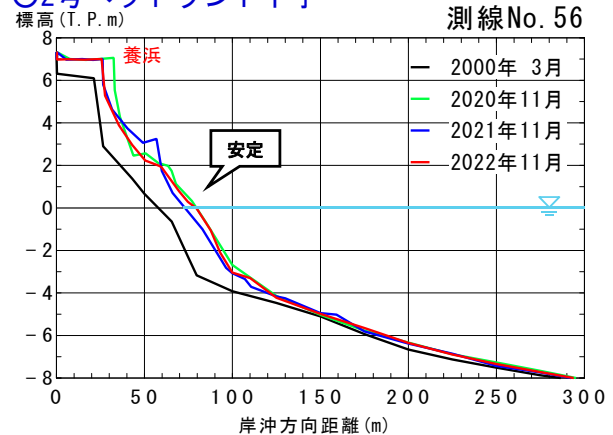
■2号～3号ヘッドランド

- ・2号ヘッドランド下手（測線No. 56）は、2022年の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、2022年の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



○2号ヘッドランド下手



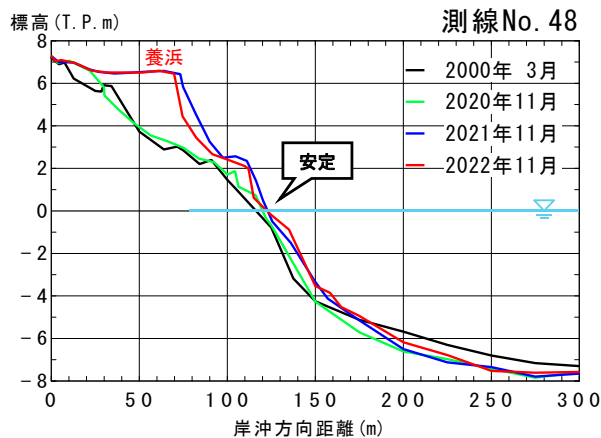
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 86

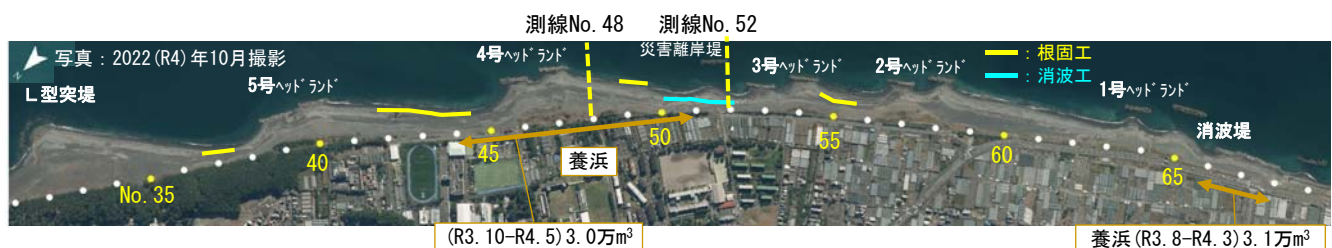
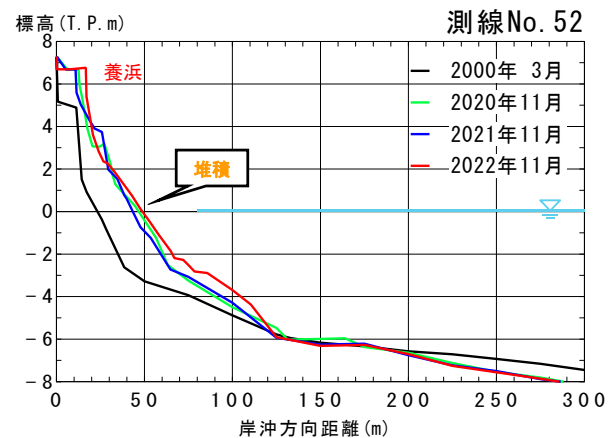
■3号～4号ヘッドランド

- ・3号ヘッドランド下手（測線No. 52）は、必要砂浜幅が不足した状態であるが2022年は汀線が前進している。
- ・4号ヘッドランド上手（測線No. 48）は、2021年の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）



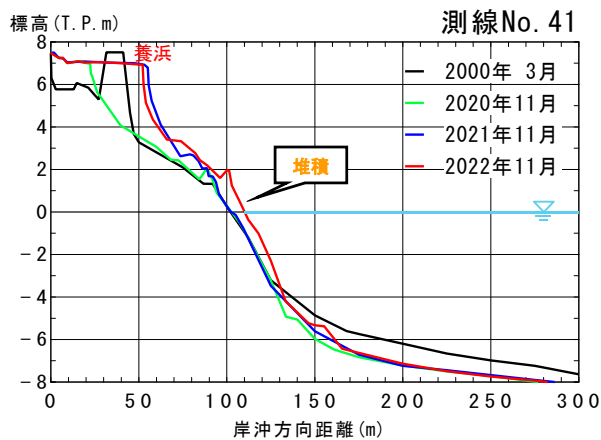
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 87

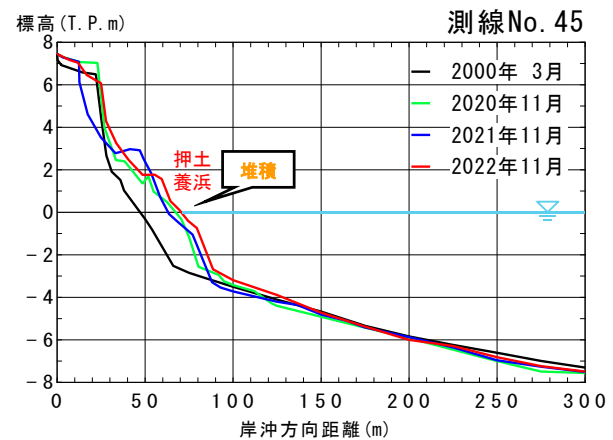
■4号～5号ヘッドランド

- ・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2022年の汀線は前進している。
- ・5号ヘッドランド上手（測線No. 41）は、上手側での押土養浜の寄与により2022年の汀線は前進している。背後の盛土養浜の歩留まりは高い状態が継続。

○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）



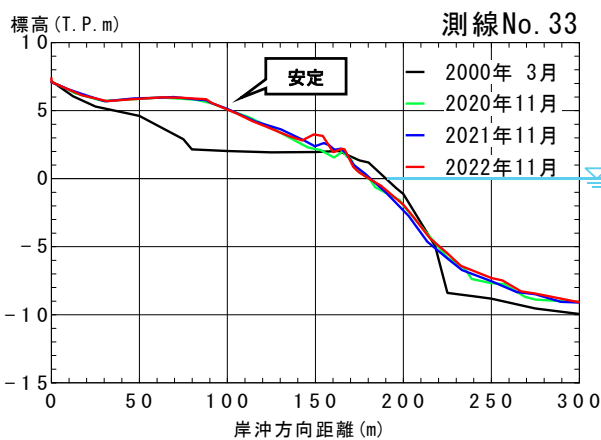
(6) 海浜断面地形の変化

【ヘッドランド区間】 88

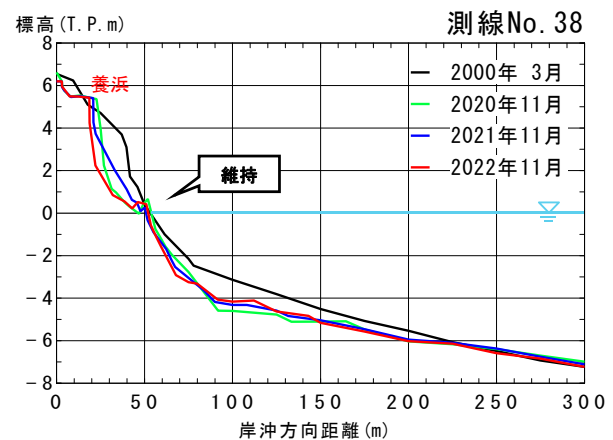
■5号ヘッドランド～L型突堤

- ・5号ヘッドランド下手（測線No. 38）は養浜実施により、汀線付近の変化が少ない（砂浜は狭い状態）
- ・L型突堤上手（測線No. 33）はT. P. +2m以浅で顕著な堆積。2019年以降は安定

○L型突堤上手



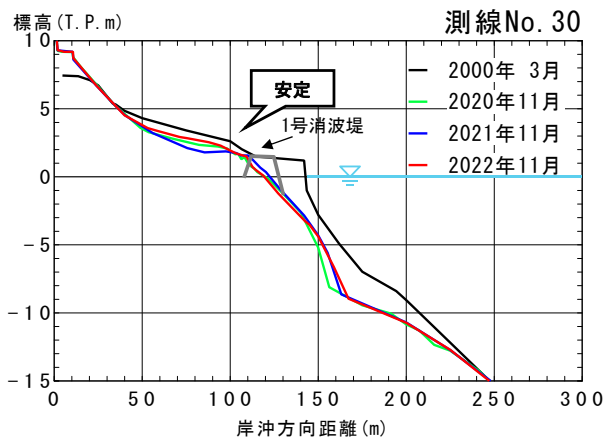
○5号ヘッドランド下手（養浜箇所）



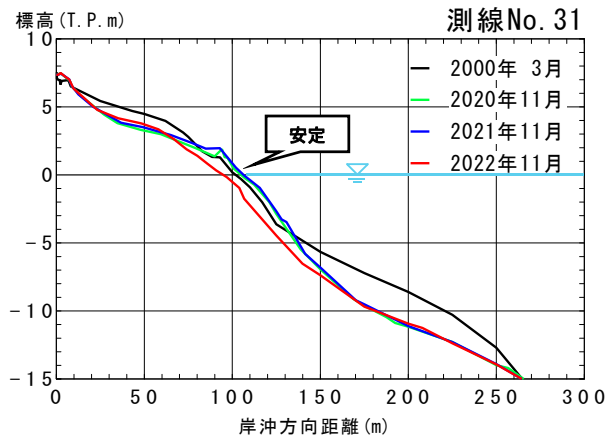
■1号消波堤周辺

- ・既設L型突堤～1号消波堤間（測線No. 31）は、2020年以降は安定しているが2022年は汀線付近がやや侵食。
※R2～4養浜未実施でも概ね安定
- ・1号消波堤背後（測線No. 30）は、2020年以降はT. P. +3m～-8m間で堆積した状態で安定。

○1号消波堤



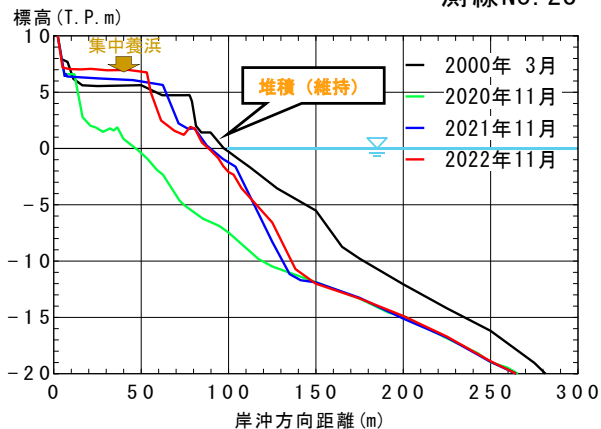
○既設L型突堤～1号消波堤間



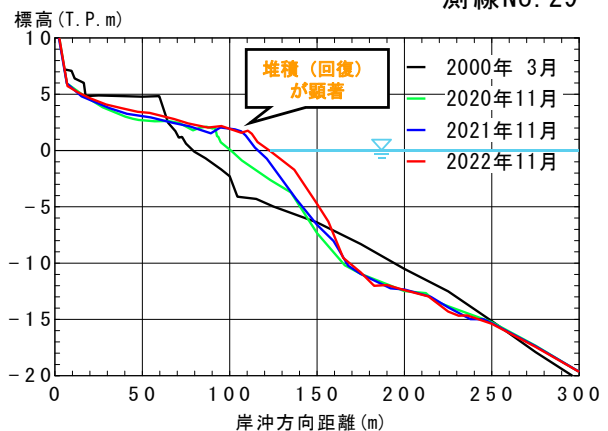
■1号消波堤～2号消波堤間

- ・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、2020年以降はT. P. +3m～-5m間で堆積（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

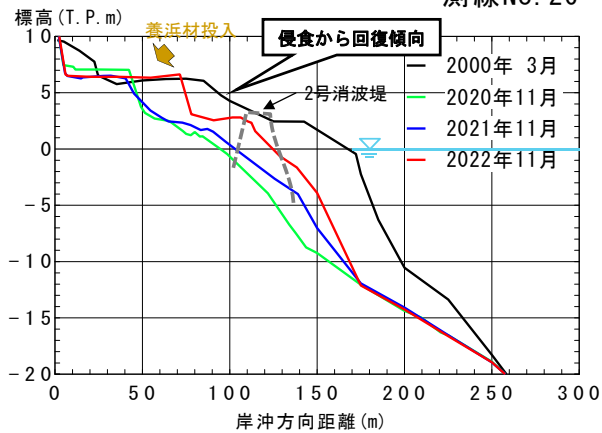


■2号消波堤周辺

- ・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、2021年以降は堆積。
- ・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2021年以降は回復傾向。

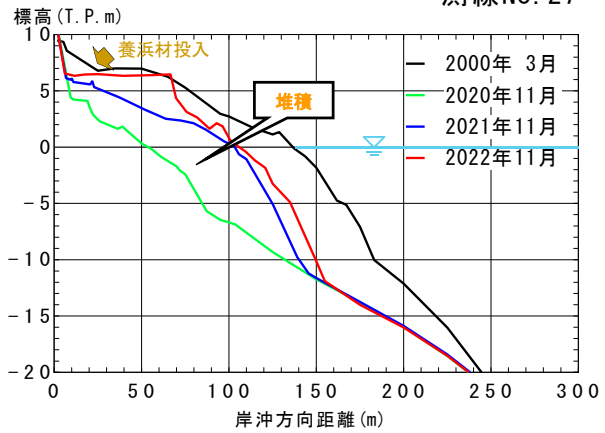
○2号消波堤

測線No. 26



○2号消波堤上手

測線No. 27

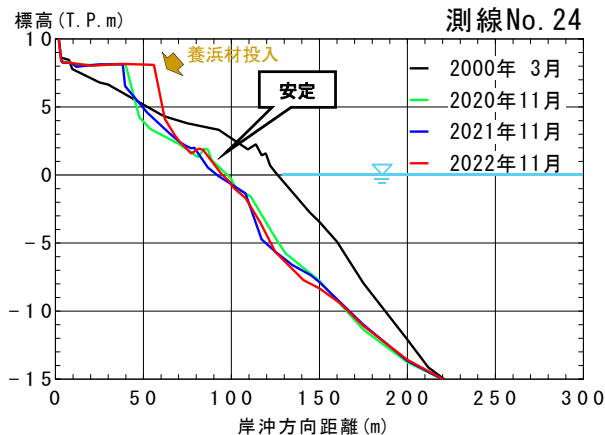


■2号消波堤～3号消波堤間

- ・2号消波堤下手（測線No. 25）は、養浜の実施により2022年は汀線が堆積。
- ・2号消波堤～3号消波堤間（測線No. 24）は、2022年は汀線付近は安定。

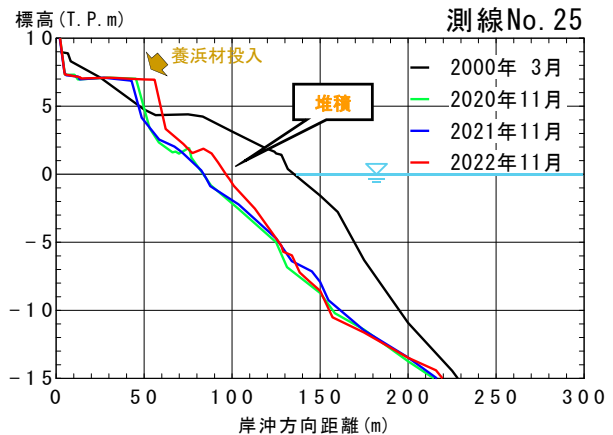
○2号消波堤～3号消波堤間

測線No. 24



○2号消波堤下手

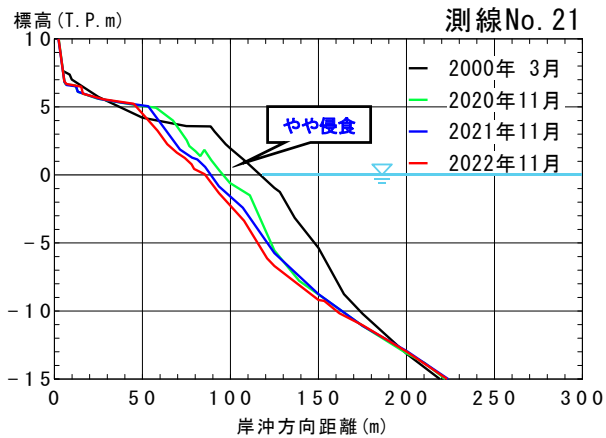
測線No. 25



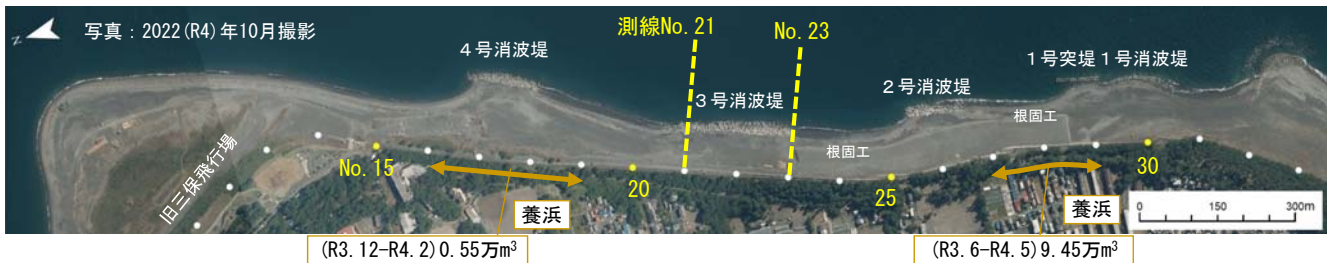
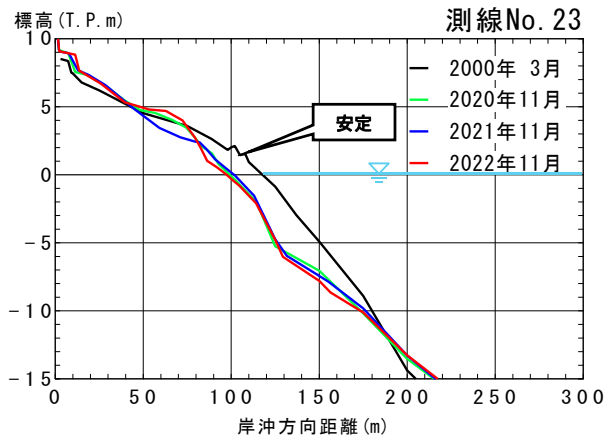
■3号消波堤周辺

- ・3号消波堤上手（測線No. 23）は、2020年以降は安定。
- ・3号消波堤下手（測線No. 21）は、2021年以降は汀線付近がやや侵食。

○3号消波堤下手



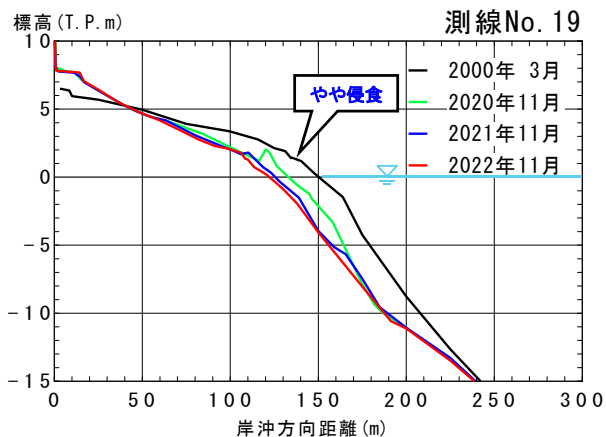
○3号消波堤上手



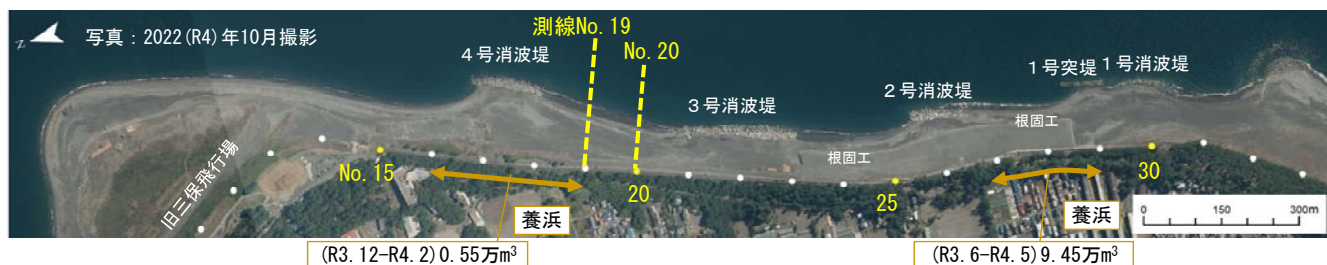
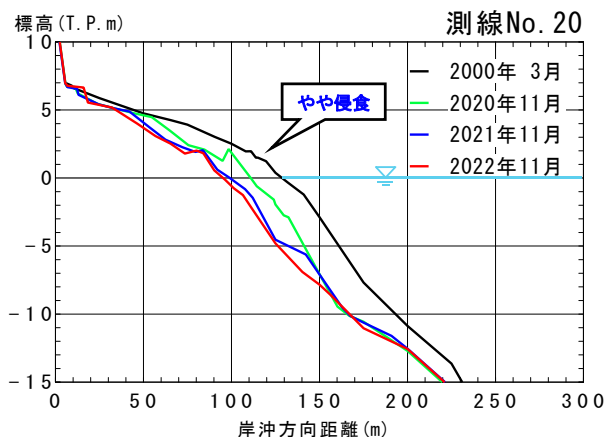
■3号消波堤～4号消波堤間

- ・3号消波堤～4号消波堤間（測線No. 20）は、2021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、2021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

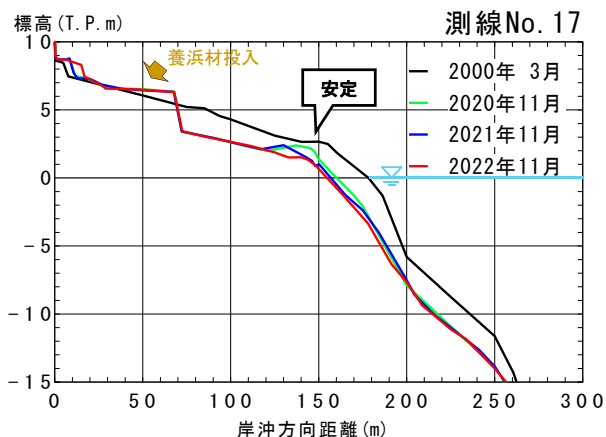


○3号消波堤～4号消波堤間

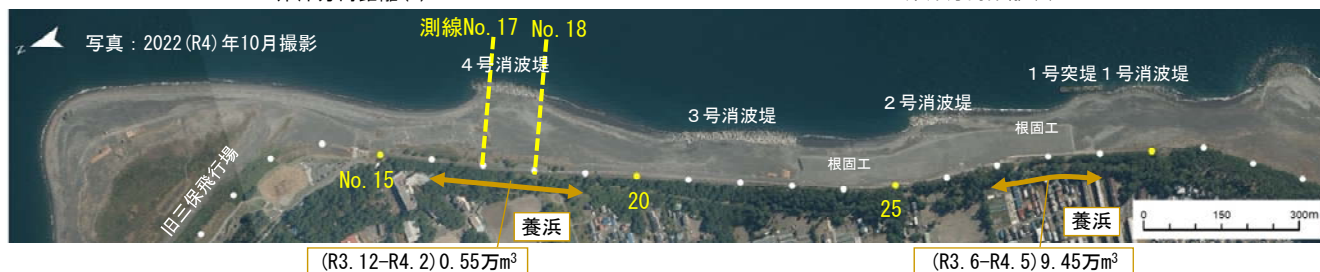
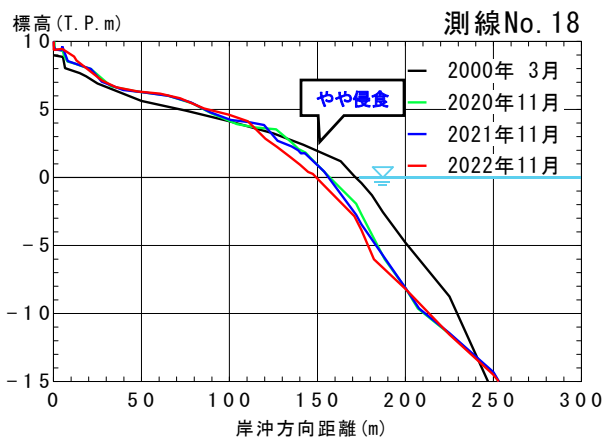


- 4号消波堤周辺（2013年台風時の前面侵食により4号消波堤が沈下、その後2014年10月までに嵩上げ復旧）
- ・4号消波堤上手（測線No. 18）は、2022年は汀線付近でやや侵食。
 - ・4号消波堤下手（測線No. 17）は2021年以降は汀線付近は安定している（陸側の盛土養浜の歩留まりは高い状態）。

○4号消波堤下手

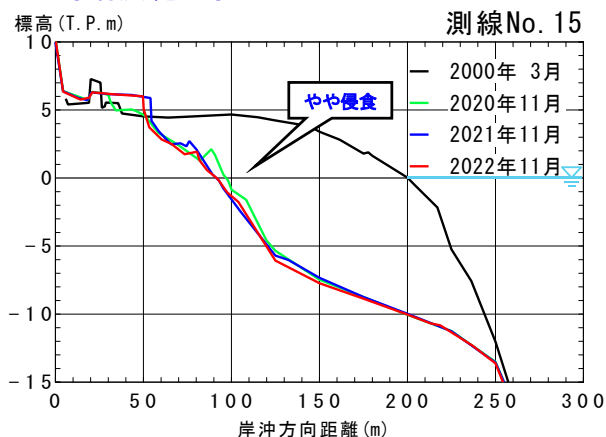


○4号消波堤上手

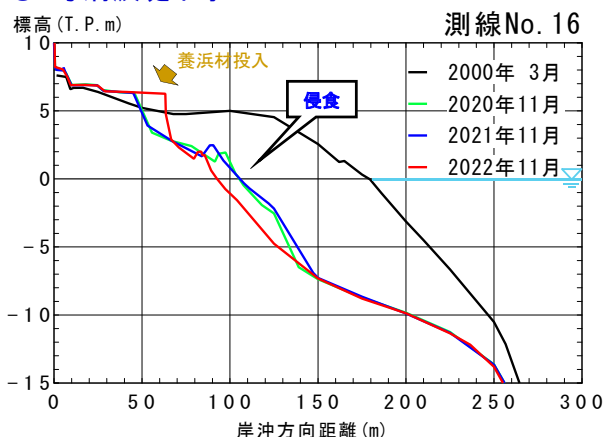


- 4号消波堤下手
- ・4号消波堤下手（測線No. 16, 15）は、2019年以降は汀線および水中部の地形も維持されている。
 - ・4号消波堤下手（測線No. 16）は、2022年はT. P. +2m~-5m間で侵食（陸側の盛土養浜を継続）。
 - ・4号消波堤下手（測線No. 15）は、2021年以降はT. P. -7mで浅の範囲でやや侵食している。

○4号消波堤下手



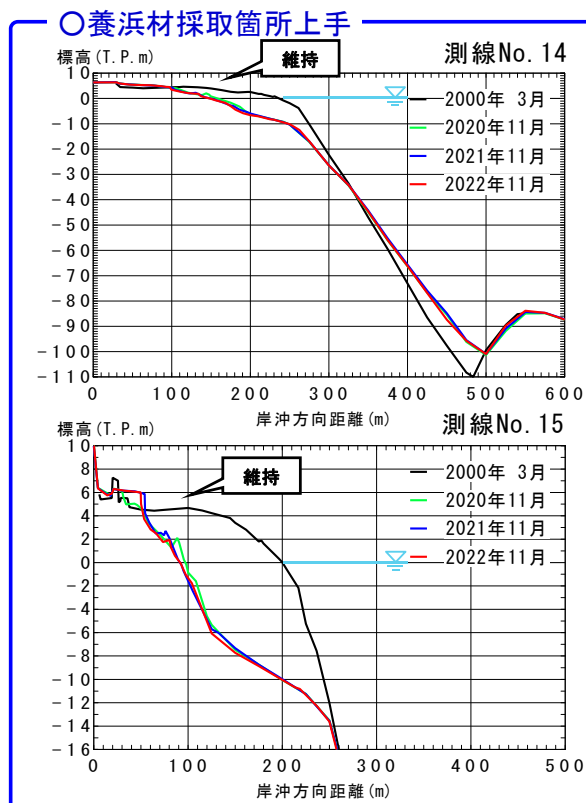
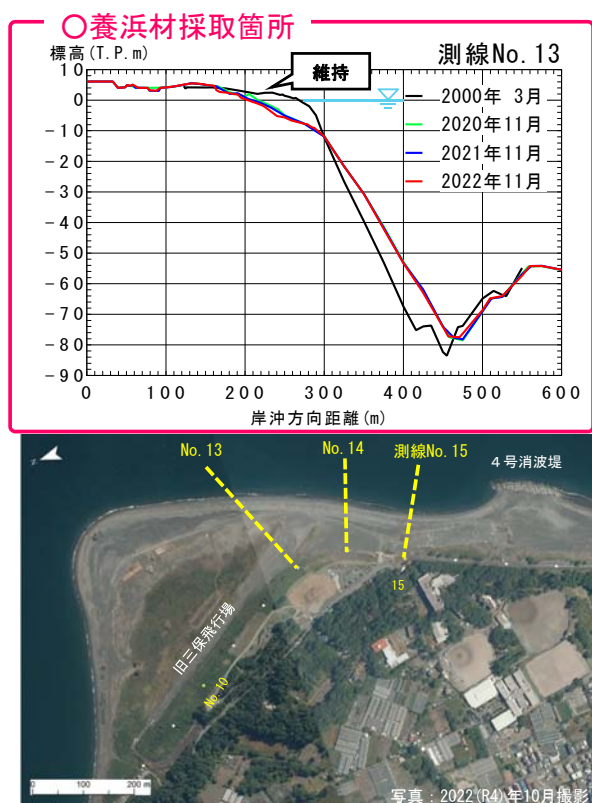
○4号消波堤下手



(6) 海浜断面地形の変化

【消波堤区間下手】 97

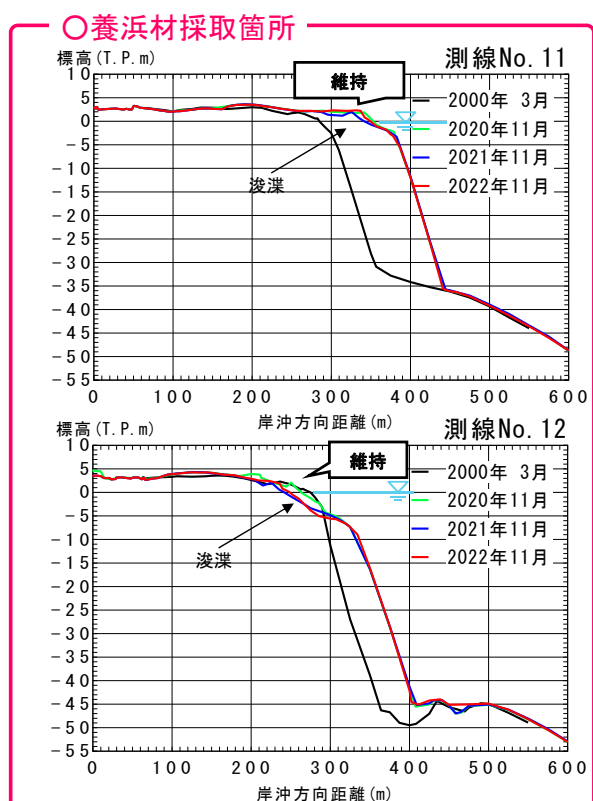
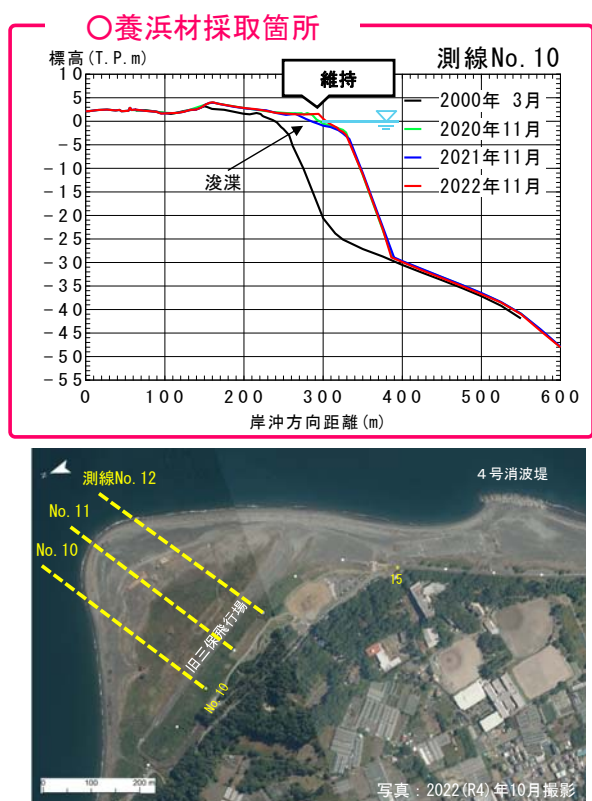
- ・養浜材採取箇所上手（測線No. 15）は維持されている
- ・養浜材採取箇所（測線No. 13）は維持されている（2021年11月時はサンド・リサイクル浚渫実施中）



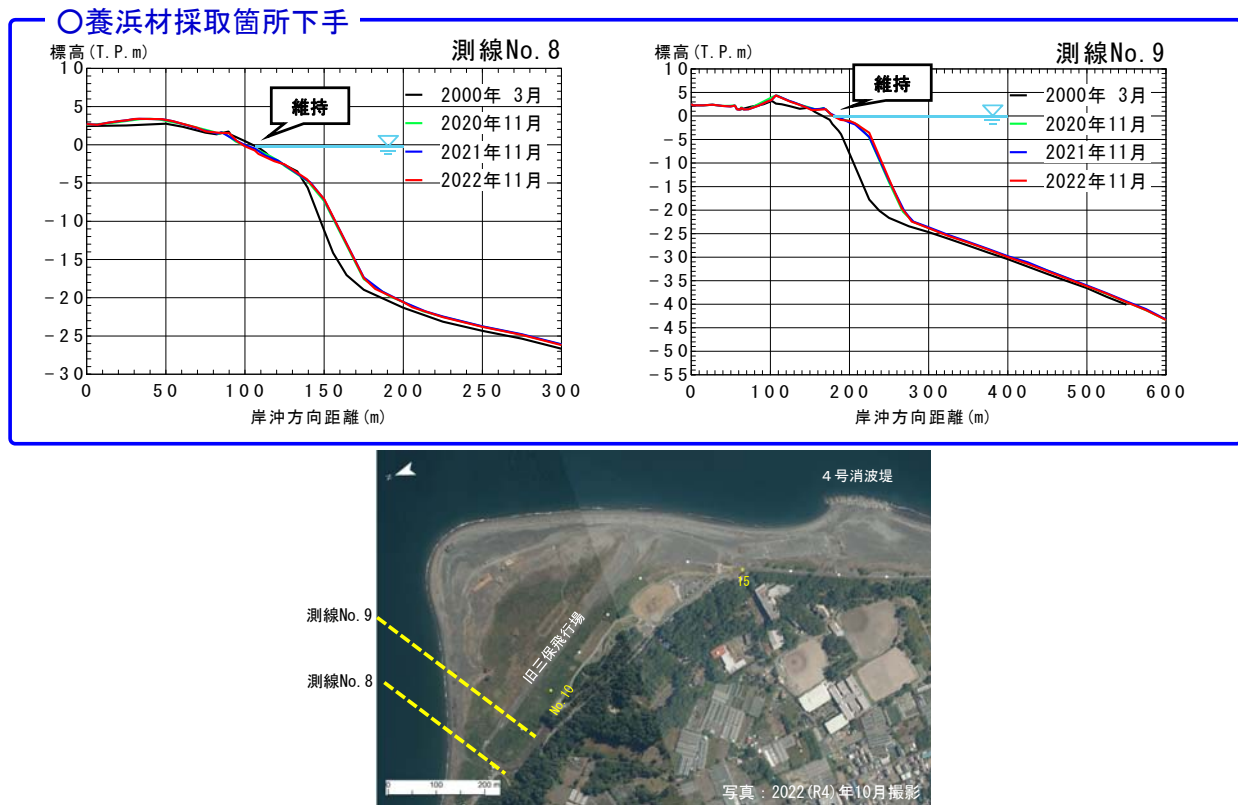
(6) 海浜断面地形の変化

【消波堤区間下手】 98

- ・養浜材採取箇所（測線No. 12）は維持されている（2021年11月時はサンド・リサイクル浚渫実施中）
- ・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



(6) 消波堤区間の簡易GPS汀線測量

100

- ・ 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号消波堤下手で汀線がやや後退している。



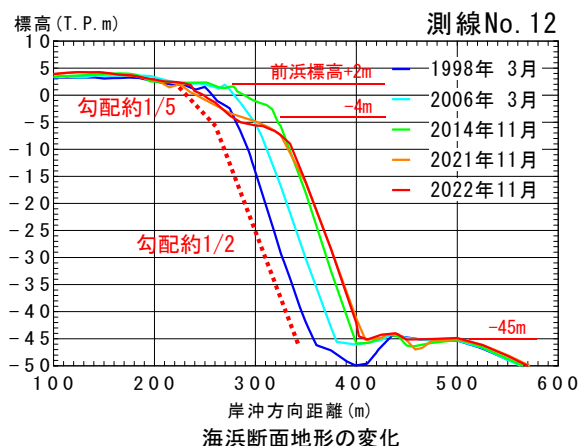
- ・ 大量の沿岸漂砂が現在もT.P. -4.0m以深の急斜面を経て海底谷に落ち込み、堆積を続けている。
- ・ 急斜面は岸沖方向に平行移動しつつ現在も前進している。

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）



海浜断面地形の変化

海浜断面地形

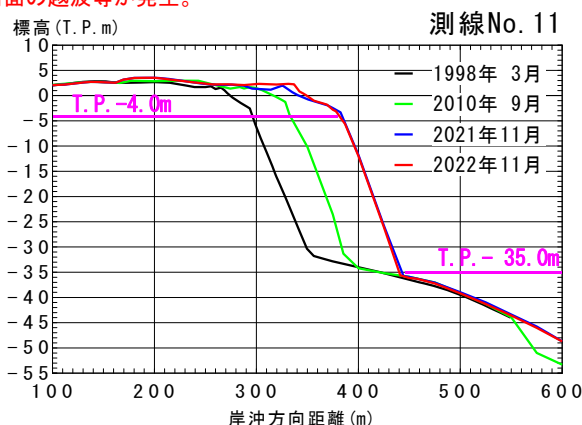
- ・ 前浜の平均標高は+2m
- ・ バームから前浜勾配約1/5で-4mまで落ち込む
- ・ -4m以深でほぼ1/2の安息勾配の急斜面
- ・ 急斜面は-45mまで続き、急斜面は平行移動しつつ現在も前進

- ・ 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3.5万m³/年、開始後の2021年時点で4.5万m³/年となっており、海底への土砂の落ち込みは進行している。
- ・ 2022年は高波浪が少なく、海底への土砂の落ち込み量は1.2万m³と比較的に少なかった。

旧飛行場前面 (NO. 12~NO. 8) の土砂落ち込み量

	サンドリサイクル養浜 開始前 (1998年3月~2010年9月)	サンドリサイクル養浜 開始後 (2010年9月~2021年11月※)	サンドリサイクル養浜 開始後 (2010年9月~2022年11月※)
集計期間年数	12年6ヵ月	11年2ヵ月	12年2ヵ月
土砂堆積量 (T.P.-4.0m 以深への落ち込み量)	43.8万m ³	49.7万m ³	50.9万m ³
年平均堆積速度 (T.P.-4.0m以深)	3.5万m ³ /年	4.5万m ³ /年	4.2万m ³ /年

※2010年以降、久能観測所の2000年~2021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。



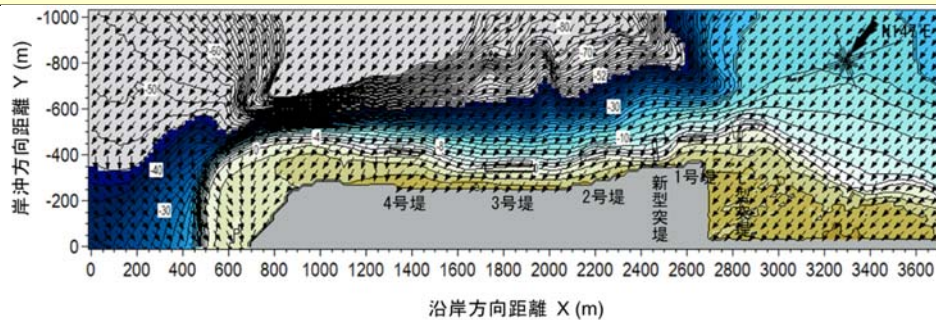
- 計算条件は以下とした。

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	左右端 (X = 0 m, 3700 m) : q=0 (漂砂の流入流出なし) 沖端 (Y = 1020 m) : q=0 (漂砂の流入流出なし) 岸端 (Y = 0 m) : 開境界 (漂砂の流入流出自由)	
計算対象区域	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	構造物の波高伝達率 (Kt)	背後堤防: 0.0、5号HL (2基): 0.4、下手側根固工: 0.99 L型突堤: 沖側0.9、岸側0.7 1号消波堤 (2017~2019) : 0.5、(2019~2021) : 0.7、 ブロック散乱域0.99、 1号突堤: 横堤0.7、縦堤: 0.7、下手側根固工: 0.99 2号消波堤 (再現) : 0.99、汀線部0.99、ブロック散乱域0.99、 下手側の根固工: 0.99 3号消波堤: 0.9 4号消波堤: 0.5 復旧2号消波堤: 0.7、復旧2号消波堤 (一部撤去: 天端高をT.P.+0.5mに嵩下げ) : 0.9、 2号新堤 (北) (南) 横堤: 0.7、縦堤: 0.7	
初期地形	2010年9月の深浅図 (水深16m以深は固定床) 予測計算2021年の再現地形		その他	X = 1800~3700 mには予備計算領域を設定し、この間は助走区間として、南端境界に影響が及ばないようにした。
計算ケース	予測計算: ケース1: 現行養浜継続 5万m ³ /年 ケース2: 大規模浚渫 (T.P.-4.0m) 25万m ³ /回 ケース3: 大規模浚渫 (T.P.-6.0m) 25万m ³ /回		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20 m 再現: 2019~2020年: X = 1140~1300 mに 1.2万m ³ /年の養浜 予備計算領域 2010~2017年: X = 1860~2740 mに平均 2.5万m ³ /年の養浜 2017~2019年: X = 2200~2600 mに 3.4万m ³ /年の養浜 2019~2021年: X = 1940~2240 mに 3.3万m ³ /年の養浜 2020~2021年: X = 2260~2440 mに 10.1万m ³ /年の養浜 将来 予備計算領域 (令和3年度計画案) 1号突堤~既存2号堤間 (X=2220~2440m) に5万m ³ /年の養浜 既存2号堤下手 (X=2100~2200m) に 1万m ³ /年の養浜 新型2号 (北) 下手 (X=1820~2000m) に 2万m ³ /年の養浜
計算期間	再現計算: 2010~2021年 (11年間)、予測計算: 10年間			再現 (サンドリサイクル実績による) 2010~2017年: 2.8万m ³ /年のサンドリサイクル 2017~2019年: 2.4万m ³ /年のサンドリサイクル 2019~2021年: 5.0万m ³ /年のサンドリサイクル 将来 ケース1~3: 5.0万m ³ /年のサンドリサイクル
入射波条件	波高H=3.0m、周期T=9.0s (5%出現頻度波) 波向 $\theta_w=N147^\circ E$ (L型突堤上手の汀線への法線に対し、 $\alpha_s=5^\circ$ の斜め入射)			
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/年			
平衡勾配	X = 0~800 m: $\tan \beta_c = 1/5$, X = 800~900 m: $\tan \beta_c = 1/5 \sim 1/7$, X = 900~1800 m: 陸上~-8 m $\tan \beta_c = 1/7$, -8 m以深 $\tan \beta_c = 1/8$			
土砂落ち込みの限界勾配	X = 0~1300 m: $\tan \beta_g = 1/2$ X = 1300~1400 m: $\tan \beta_g = 1/2$, 水深16 m以深では $\tan \beta_g = 1/2 \sim 1/10$ X = 1400~1800 m: $\tan \beta_g = 1/2$, 水深16 m以深では $\tan \beta_g = 1/10$			
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 = 0~600 m: $h_c = 4$ m X = 600~1400 m: $h_c = 4 \sim 14$ m X = 1400~1800 m: $h_c = 14$ m			
バーム高	X = 0~800 m: $h_R = 2$ m X = 800~1100 m: $h_R = 2 \sim 3$ m X = 1100~1800 m: $h_R = 3$ m			
漂砂量係数	$K_s=0.02K_b$ 、 $K_b=1.0$, $K_2=1.62K_s$ ※斜面への土砂流出量が一致するよう試行計算により同定			

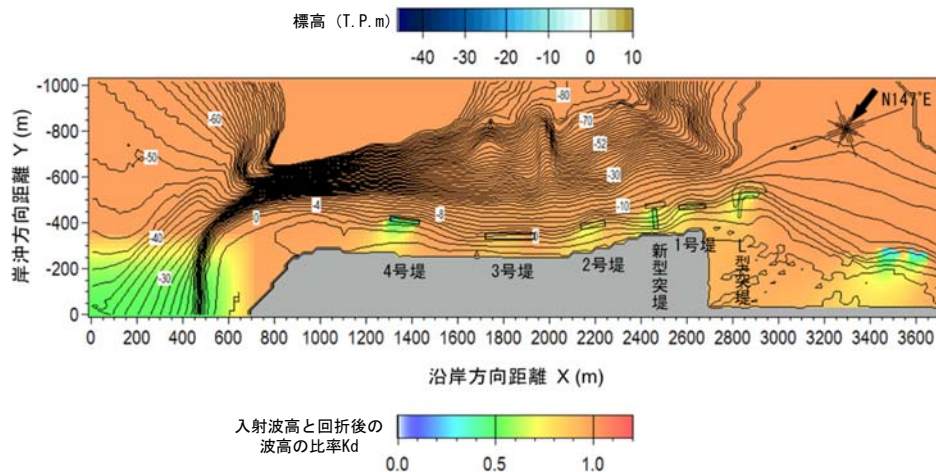
(8) 海上浚渫案の数値シミュレーション - 波浪算定結果 -

- 地形変化計算に用いる波向は南東~南南東方向とし、消波堤区間は海岸線の法線方向に対して右斜めから入射し、旧飛行場前面で波向きは北寄りに大きく変化する。
- 波高は構造物背後で低減する条件とした。

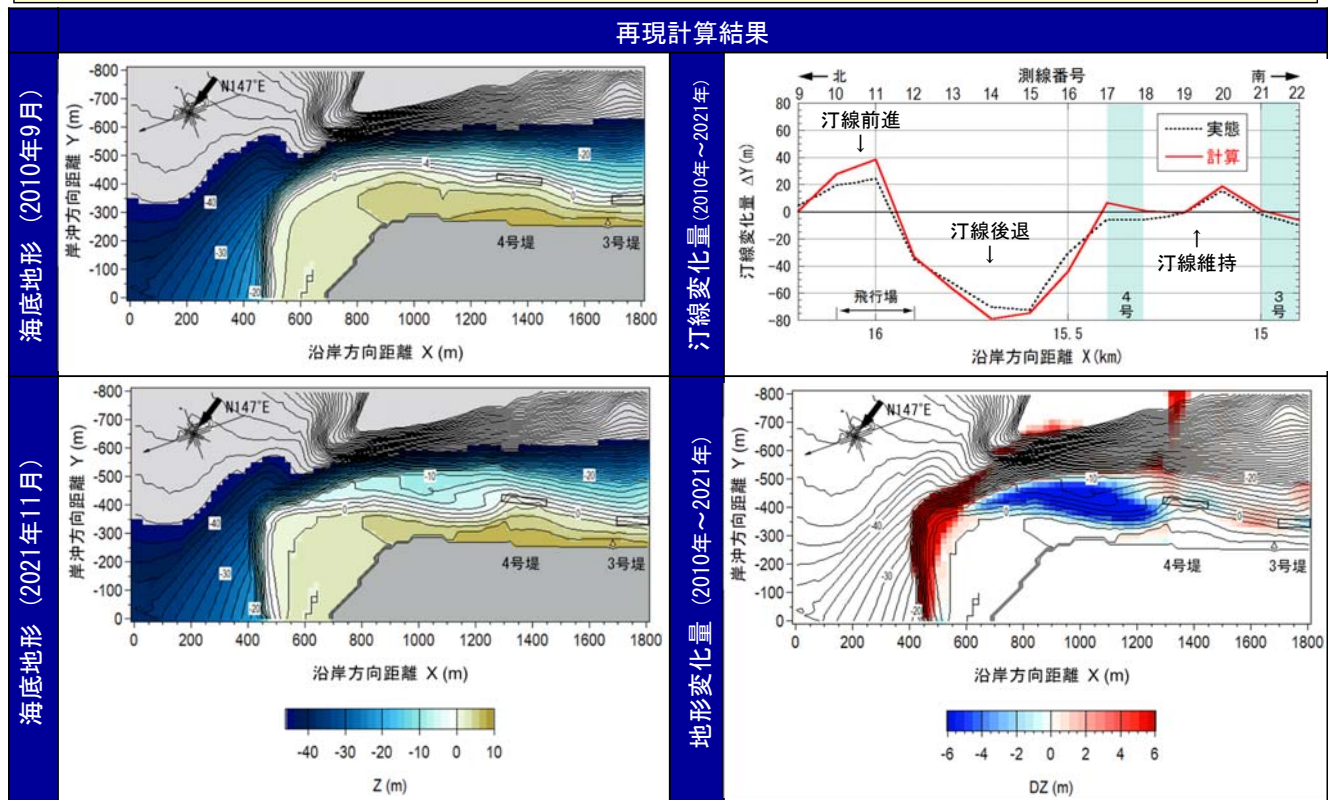
■ 波向分布



■ 波高比分布



- 再現計算はリサイクル浚渫開始前の2010年地形とし、近年の2021年地形の再現を行った。
- 再現対象は3～4号消波堤間の汀線維持、4号消波堤下手の侵食、旧飛行場前面の堆積を主対象とした。汀線変化からNo. 17～22の汀線維持, No. 12～16の汀線後退, No. 9～11の汀線前進が定量的に再現された。



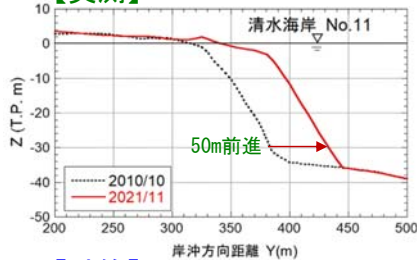
- 実測と計算の海浜断面地形変化より、4号消波堤下手No. 15における実測T. P. +5m～-13m間の顕著な侵食、旧飛行場前面No. 11は水中部T. P. -35m海底への土砂の落ち込みと汀線前進が定量的に再現された。

■海浜断面地形変化 (実測と計算)

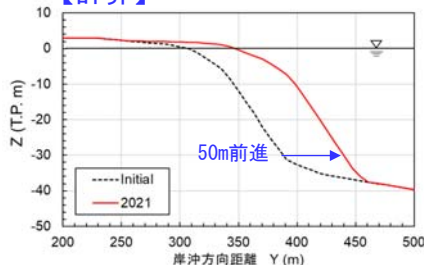
○測線No. 11

No. 11は実測のT. P. -35m海底への土砂の落ち込みと汀線前進が定量的に再現された。
(T. P. -30m位置前進量: 実測・計算50m)

【実測】



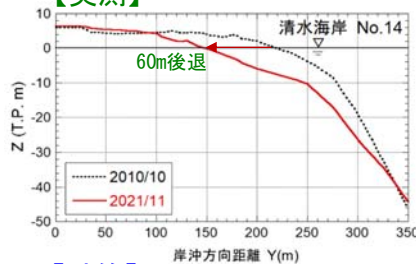
【計算】



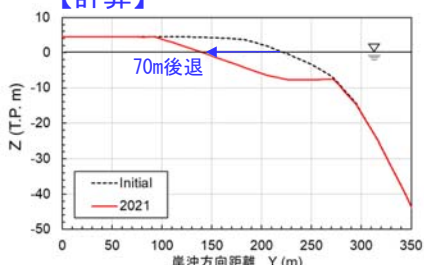
○測線No. 14

No. 14は実測のT. P. -8m以浅の顕著な侵食は再現されたが、T. P. -8m以深の侵食の再現性が課題である。
(汀線後退量: 実測60m, 計算70m)

【実測】



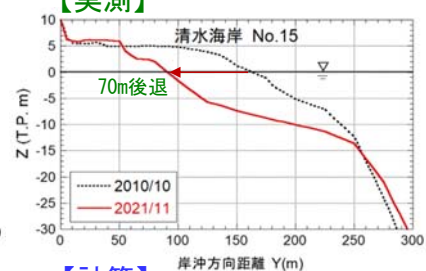
【計算】



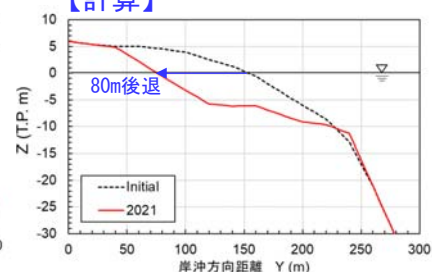
○測線No. 15

No. 15は実測のT. P. +5m～-13m間の顕著な侵食が定量的に再現された。
(汀線後退量: 実測70m, 計算80m)

【実測】

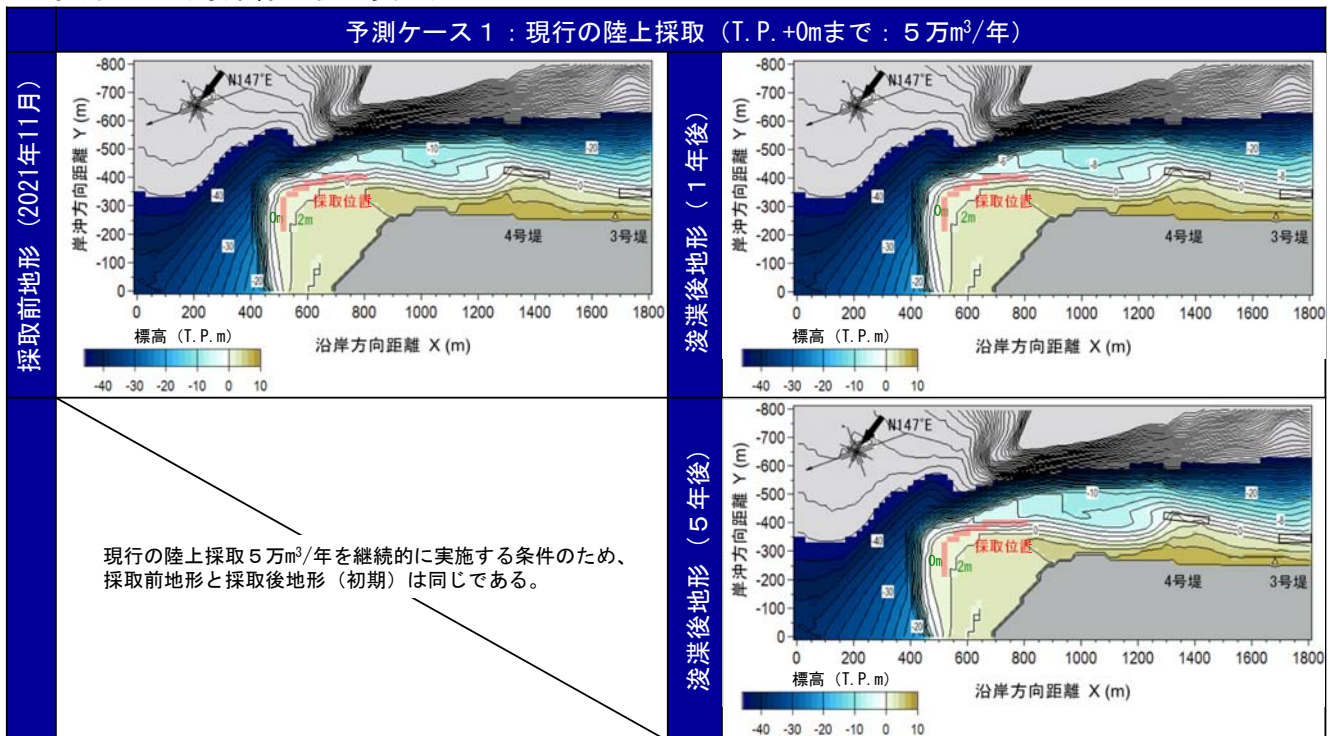


【計算】



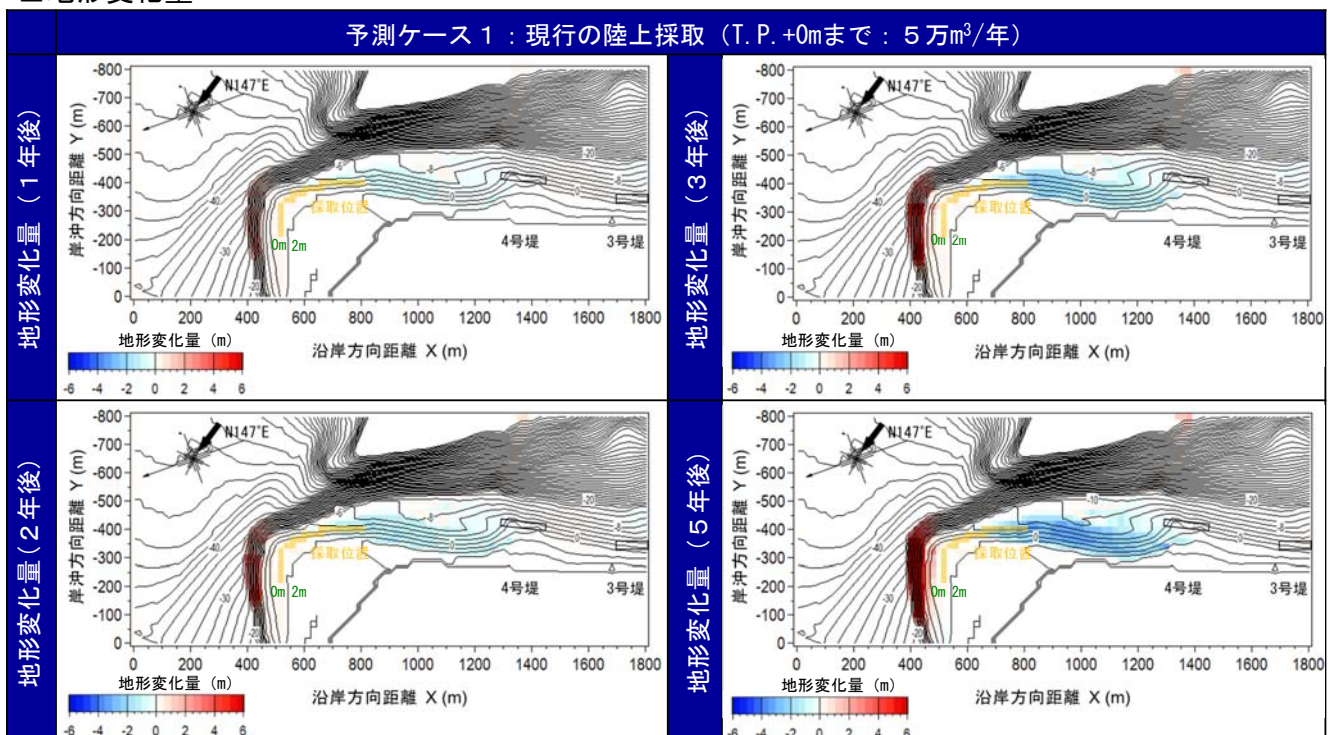
- ・ 現行の陸上採取のケース1（現採取No. 10～13付近の水深0mまでで採取）は、4号消波堤下手からの侵食域の波及が生じており、1年後～5年後には採取位置の上手側の等深線は採取前の等深線位置よりも後退している。
- ・ 採取箇所より下手側の等深線は採取前の等深線位置よりも前進している。

■ 予測地形（等深線形状の変化）



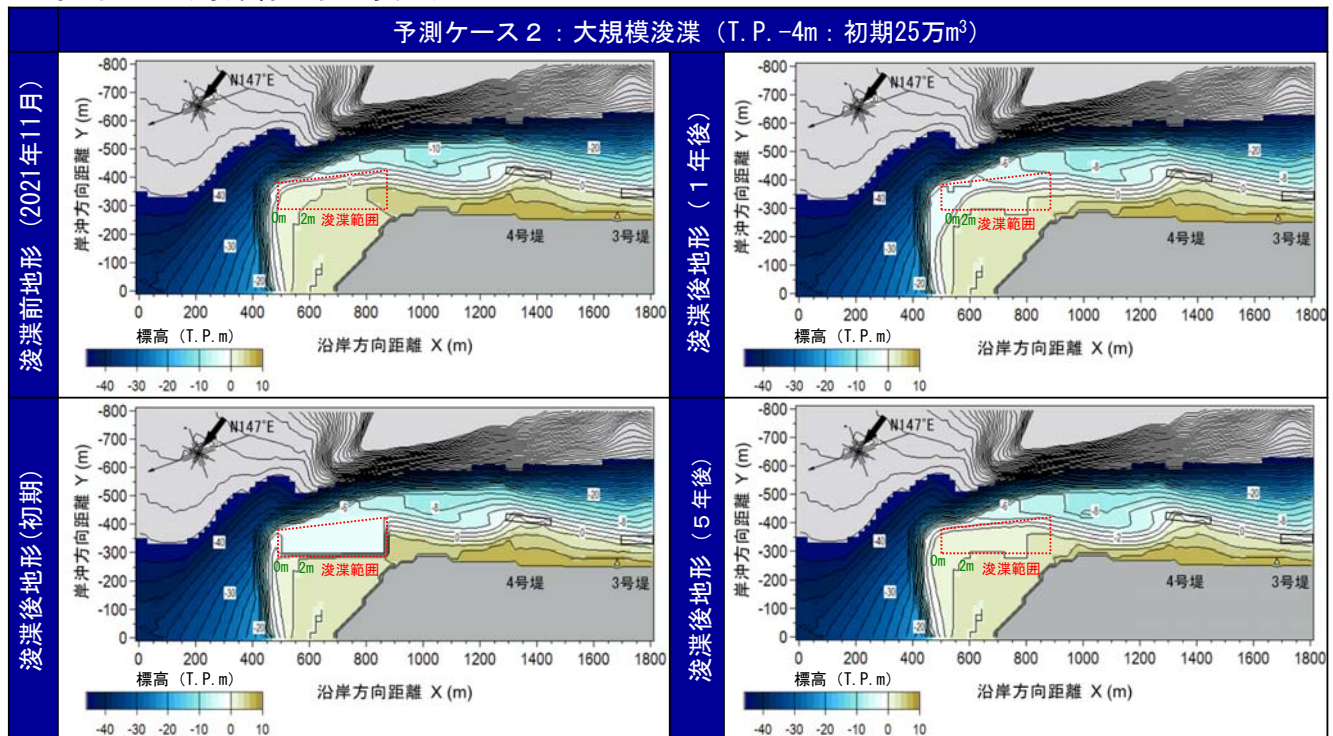
- ・ 現行の陸上採取のケース1について、4号消波堤下手からの侵食域の波及が生じており、3年後には採取位置まで侵食域が波及している状況である※。5年後の侵食域の先端はX=700m付近の位置であり、X=700～1300m間が侵食域となっている。
- ・ 採取箇所より下手側は1年後以降は浅い箇所から深い箇所まで堆積が見られ、土砂の落ち込みが生じている。

■ 地形変化量 ※留意点：近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。



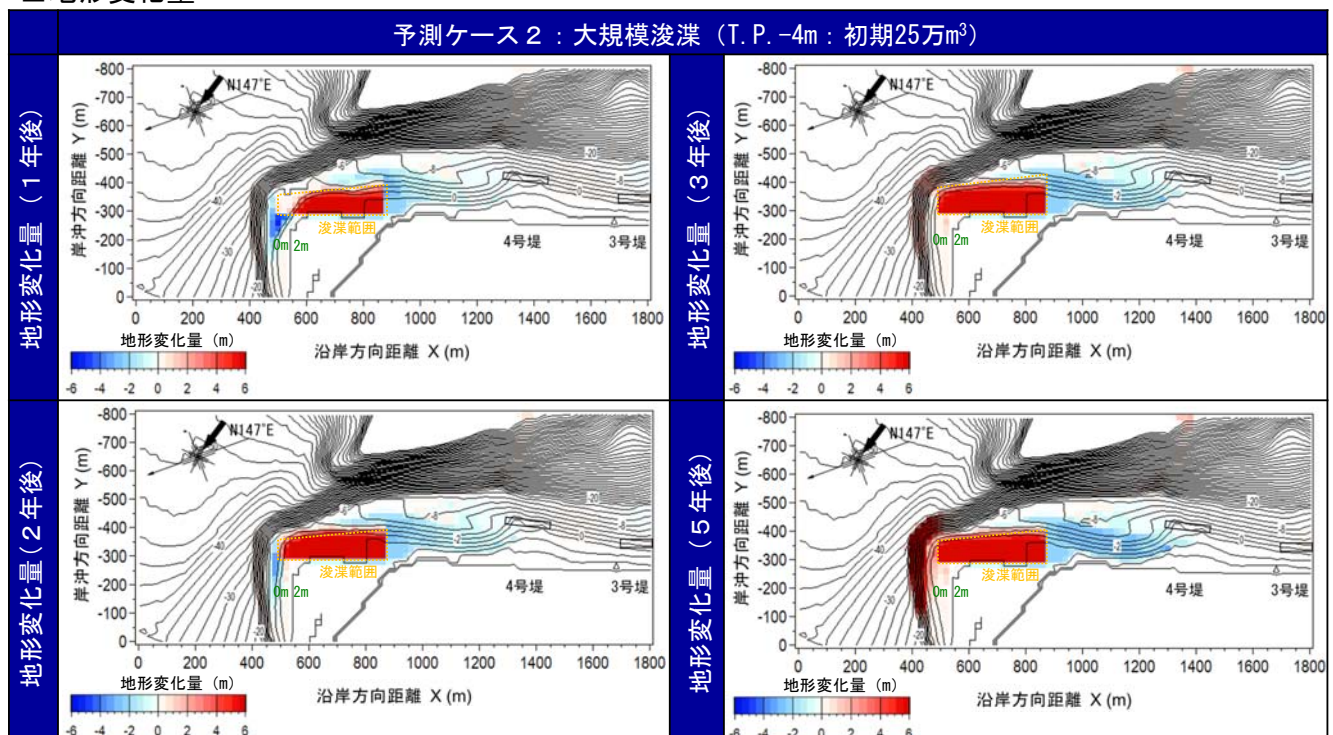
- 大規模浚渫のケース2（現採取No. 10～13付近の水深4mまで浚渫）について、1年後には浚渫範囲の掘削底面の水深4mから汀線までの各等深線位置が回復しつつある。一方で浚渫範囲のすぐ上手側と下手側の等深線は後退しているため近傍からの土砂を引き込みながら埋め戻りが生じる過程の状態である。
- 2年後から3年後まで近傍からの土砂を引き込み浚渫範囲は埋め戻っている。
- 5年後には浚渫範囲とすぐ上手側と下手側の等深線は浚渫前の等深線位置まで回復している。

■ 予測地形（等深線形状の変化）



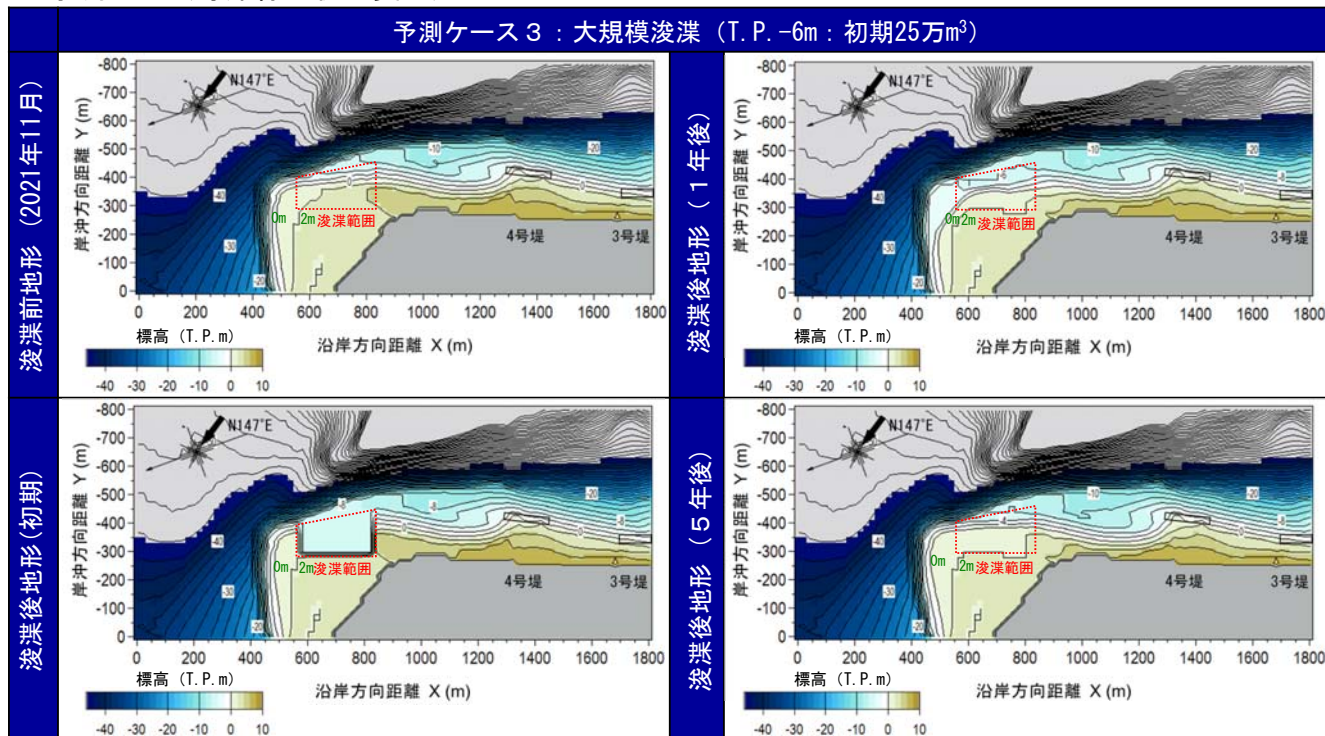
- 大規模浚渫のケース2について、1年後には浚渫範囲の掘削底面の水深4mから汀線まで顕著な堆積が生じている。一方で浚渫範囲のすぐ上手側と下手側では侵食が生じているため近傍から土砂を引き込みながら埋め戻りが生じる過程の状態である※。
- 2年後は浚渫範囲より下手側の侵食が緩和され、3年後と5年後は下手側の浅い箇所から深い箇所まで再び堆積に変化しているため、3年後までに浚渫範囲は埋め戻った状態となる。3年後以降は土砂の落ち込みが顕著となり、再度浚渫が必要となる。
- 4号消波堤下手の侵食は帯状に広がっているが、他ケースと同じ傾向のため、大規模浚渫による影響ではないと考えられる。

■ 地形変化量 ※留意点：近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。



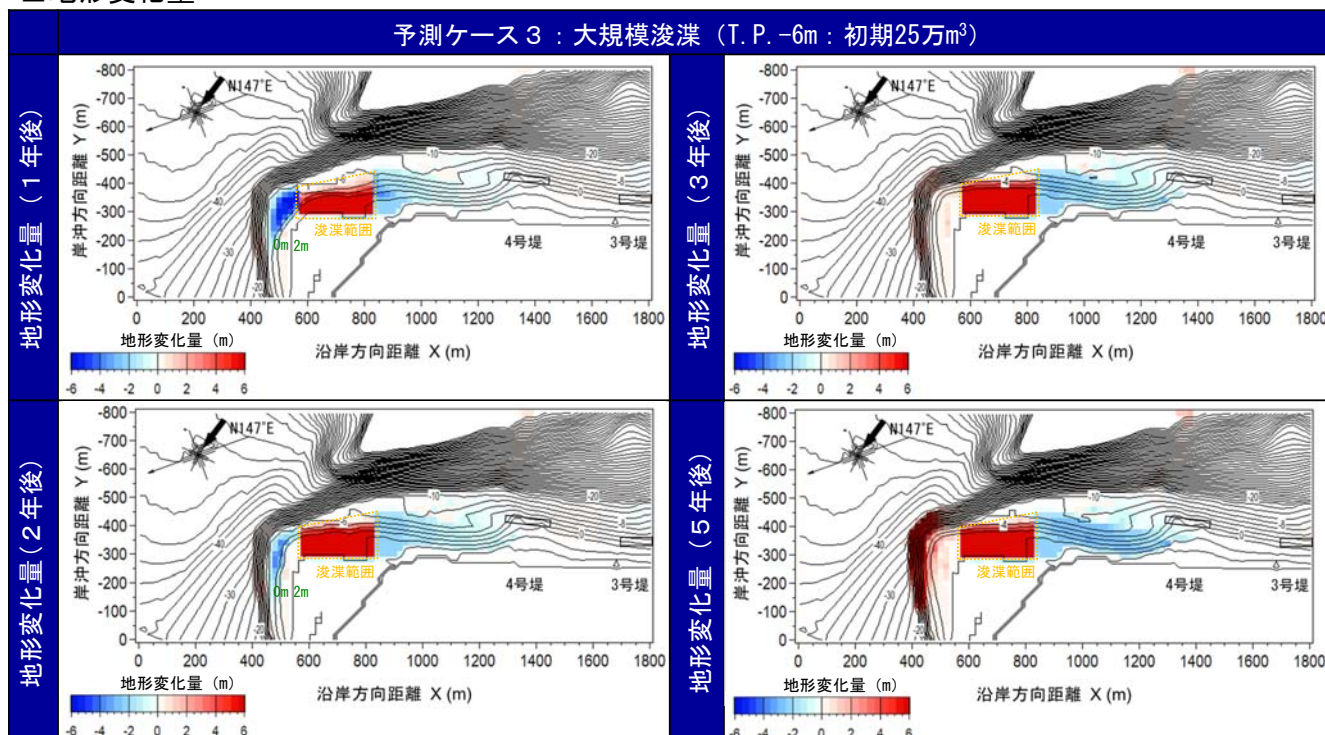
- 大規模浚渫のケース3（現採取No.11～13付近の水深6mまで浚渫）について、1年後には浚渫範囲の掘削底面の水深6mから汀線までの各等深線位置が回復しつつある。一方で浚渫範囲のすぐ上手側と下手側の等深線は後退しているため近傍からの土砂を引き込みながら埋め戻りが生じる過程の状態である。
- 2年後から3年後まで近傍からの土砂を引き込み浚渫範囲は埋め戻っている。
- 5年後には浚渫範囲とすぐ上手側と下手側の等深線は浚渫前の等深線位置まで回復している。

■ 予測地形（等深線形状の変化）



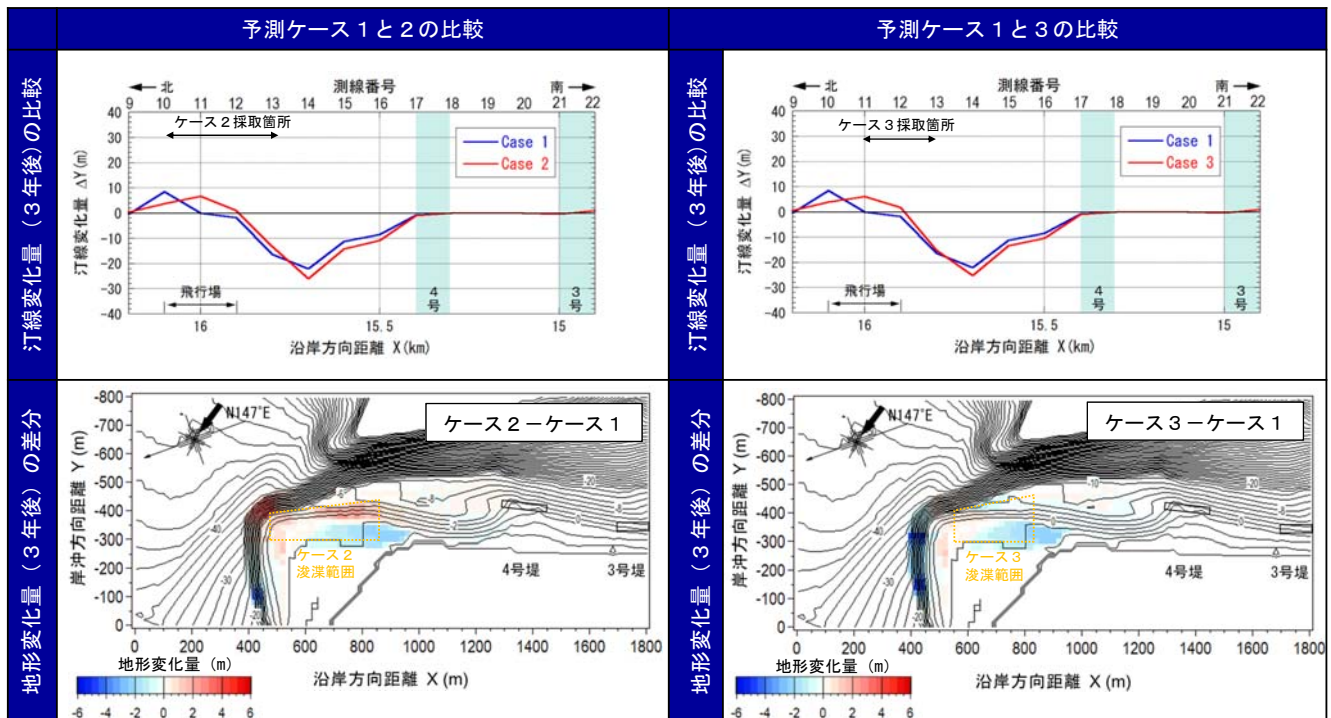
- 大規模浚渫のケース3について、1年後には浚渫範囲の掘削底面の水深6mから汀線まで顕著な堆積が生じている。一方で浚渫範囲のすぐ上手側と下手側では侵食が生じているため近傍から土砂を引き込みながら埋め戻りが生じる過程の状態である※。
- 2年後は浚渫範囲より下手側の侵食が緩和され、3年後と5年後は下手側の浅い箇所から深い箇所まで再び堆積に変化しているため、3年後までに浚渫範囲は埋め戻った状態となる。3年後以降は土砂の落ち込みが顕著となり、再度浚渫が必要となる。
- 4号消波堤下手の侵食は帯状に広がっているが、他ケースと同じ傾向のため、大規模浚渫による影響ではないと考えられる。

■ 地形変化量 ※留意点：近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。



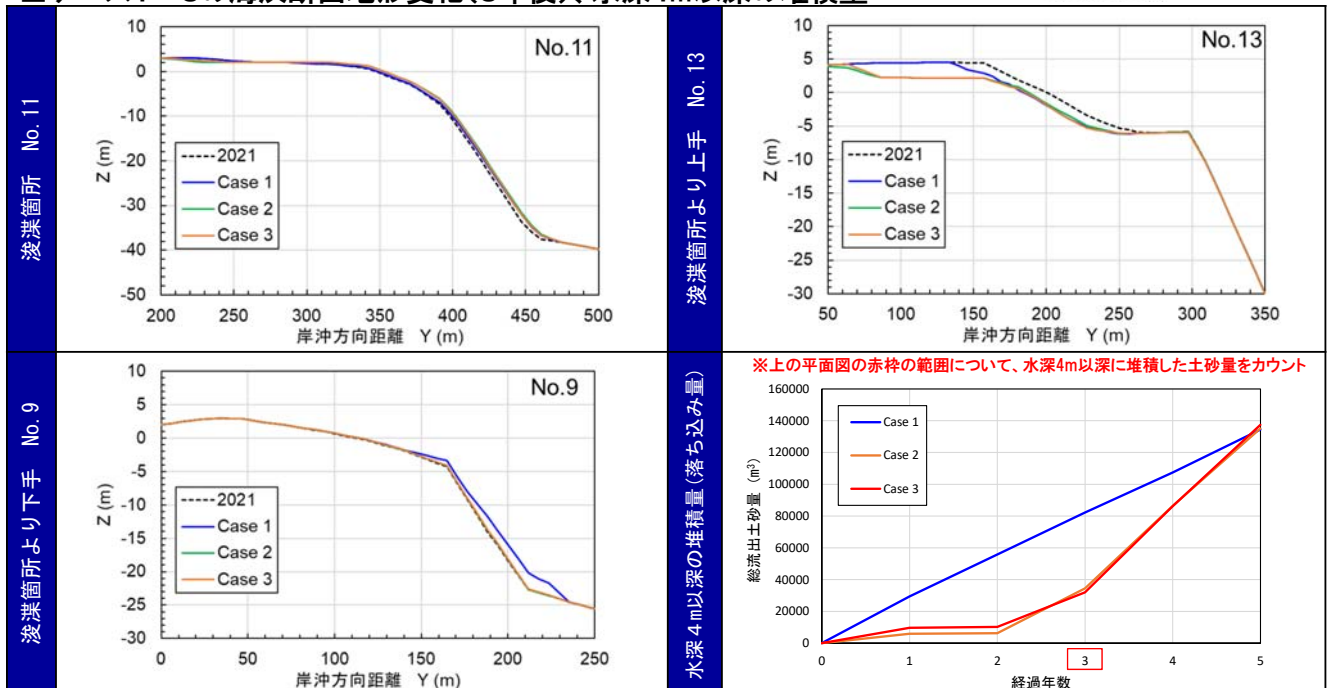
- 3年後時点では、現行の陸上採取のケース1と大規模浚渫のケース2では、採取箇所より上手側のNo. 13～16間の汀線後退範囲、汀線後退範囲の差は少ない（3年後は、ケース1は徐々に汀線が後退する状態、ケース3は汀線付近の回復が生じている状態である）。
- 採取箇所の汀線～水深4m以浅でケース2は土砂の回復が見られ、水深4m以深への土砂の落ち込み量は見られない。採取箇所より下手側はケース1は土砂の落ち込みが生じるが、ケース2は土砂の落ち込みは生じていない。
- 現行の陸上採取のケース1と大規模浚渫のケース3も同様の結果である。

■ケース1とケース2・3の比較



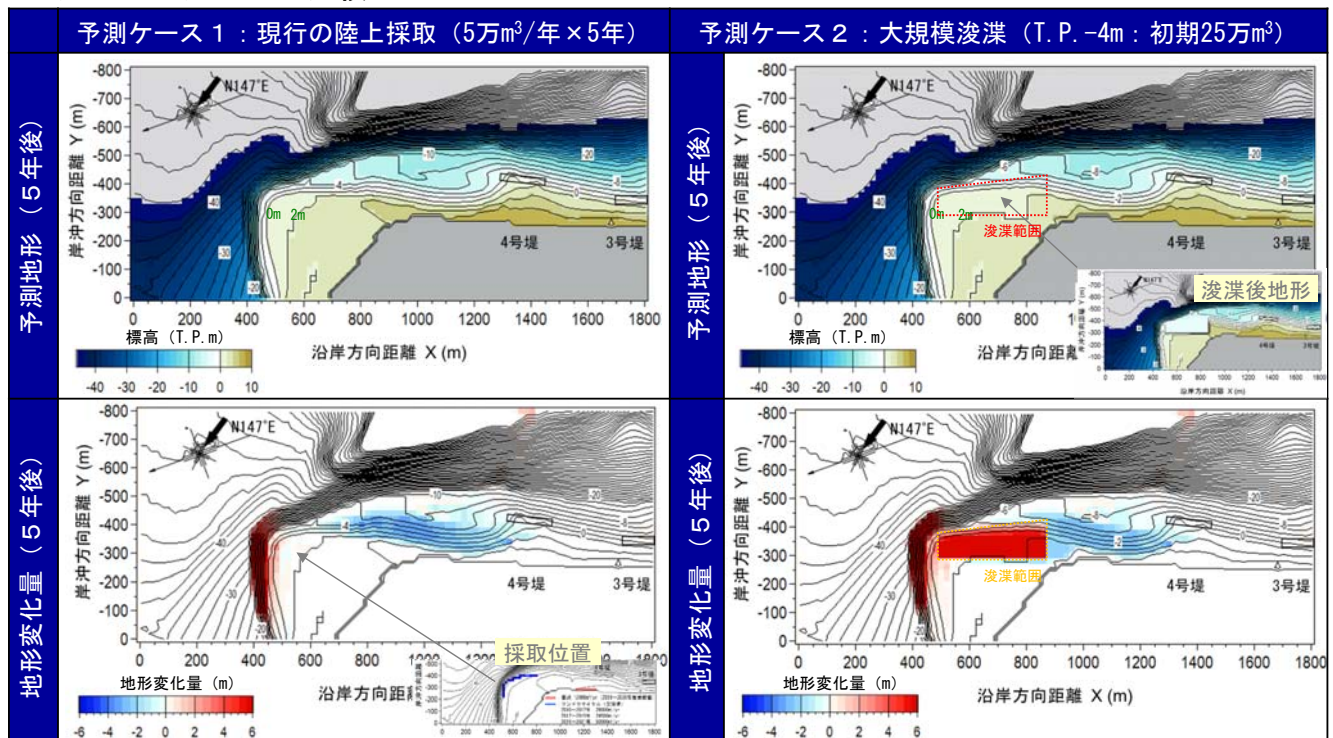
- 採取箇所より上手のNo. 13では、現行の陸上採取のケース1と大規模浚渫のケース2と3の侵食量は概ね同じである。
- 採取箇所No. 11では、ケース1とケース2と3の前進量（土砂の落ち込み量）は少なく、概ね同じである。
- 採取箇所より下手のNo. 9では、ケース1の前進量（土砂の落ち込み量）が多く、ケース2と3の落ち込みは生じていない。
- 3年後時点では、採取箇所No. 11でケース2と3で僅かに土砂の落ち込みが見られるが下手のNo. 9では土砂の落ち込みは見られず、落ち込み防止効果を発揮している状況である。

■ケース1～3の海浜断面地形変化(3年後)、水深4m以深の堆積量



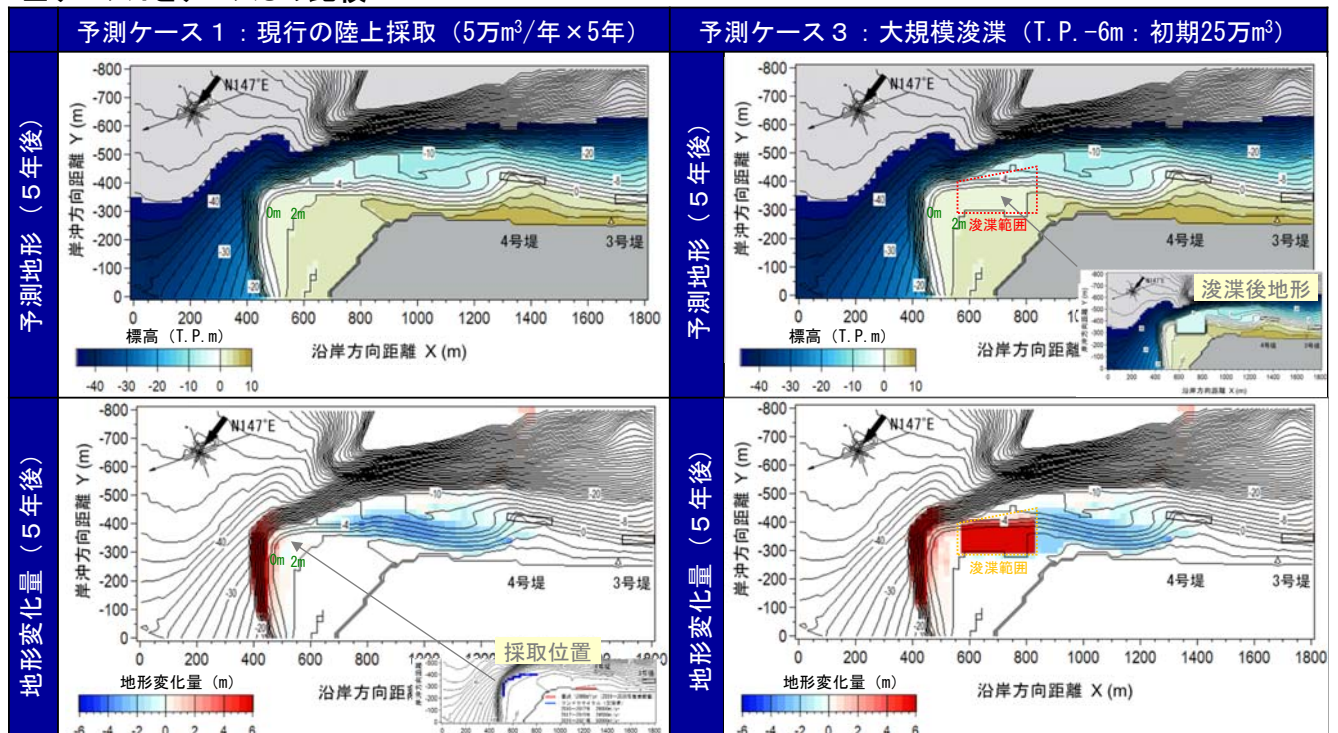
- ・ 現行の陸上採取のケース1は採取箇所の地形は概ね回復し、4号消波堤下手の侵食と採取箇所下手の水中部への土砂の落ち込みが継続している。
- ・ 大規模浚渫のケース2は、4号消波堤下手の侵食の状況はケース1と差がない。浚渫箇所で大規模な埋め戻りが生じるため、ケース1に比べて下手への土砂移動を阻止したことにより下手区間の土砂の落ち込み量は減じる。ただし、3年後には埋め戻った状態となり、5年後時点での土砂の落ち込み量はケース1とケース2で差がない状態となる。

■ケース1とケース2の比較



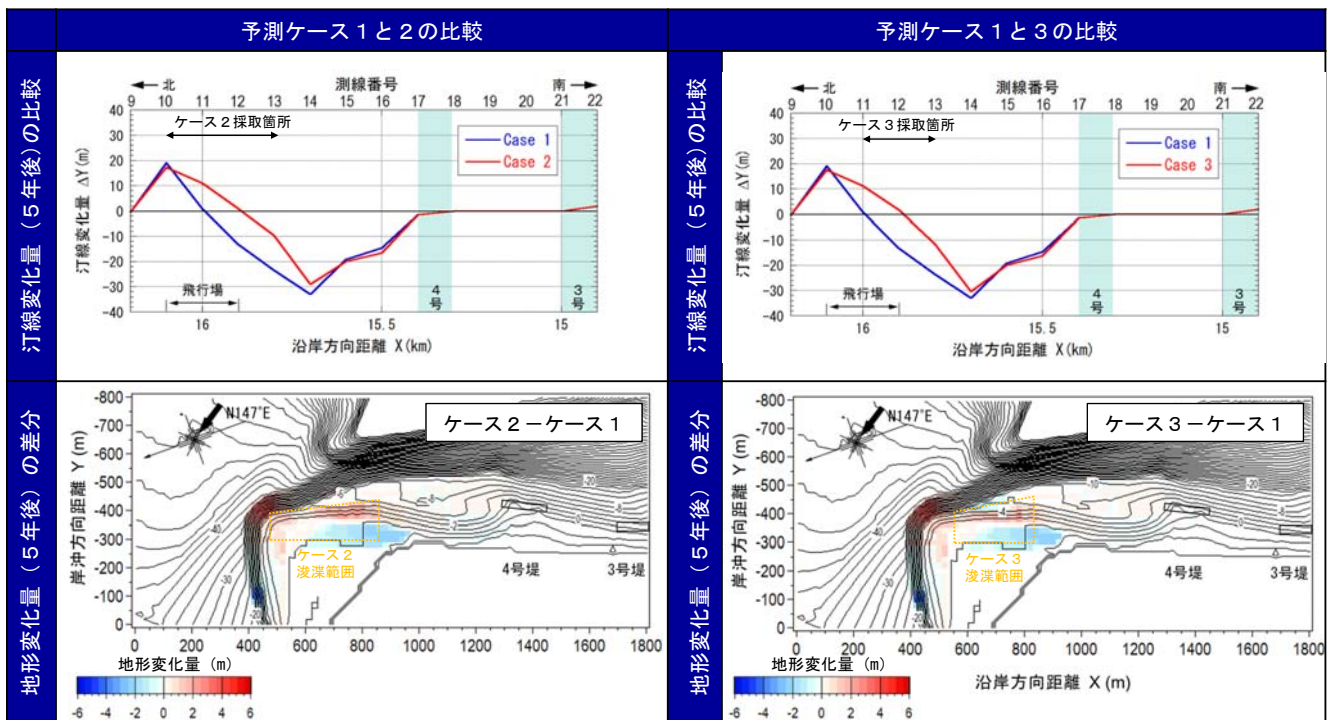
- ・ 現行の陸上採取のケース1は採取箇所の地形は概ね回復し、4号消波堤下手の侵食と採取箇所下手の水中部への土砂の落ち込みが継続している。
- ・ 大規模浚渫のケース3は、4号消波堤下手の侵食の状況はケース1と差がない。浚渫箇所で大規模な埋め戻りが生じるため、ケース1に比べて下手への土砂移動を阻止したことにより下手区間の土砂の落ち込み量は減じる。ただし、3年後には埋め戻った状態となり、5年後時点での土砂の落ち込み量はケース1とケース3で差がない状態となる。

■ケース1とケース3の比較



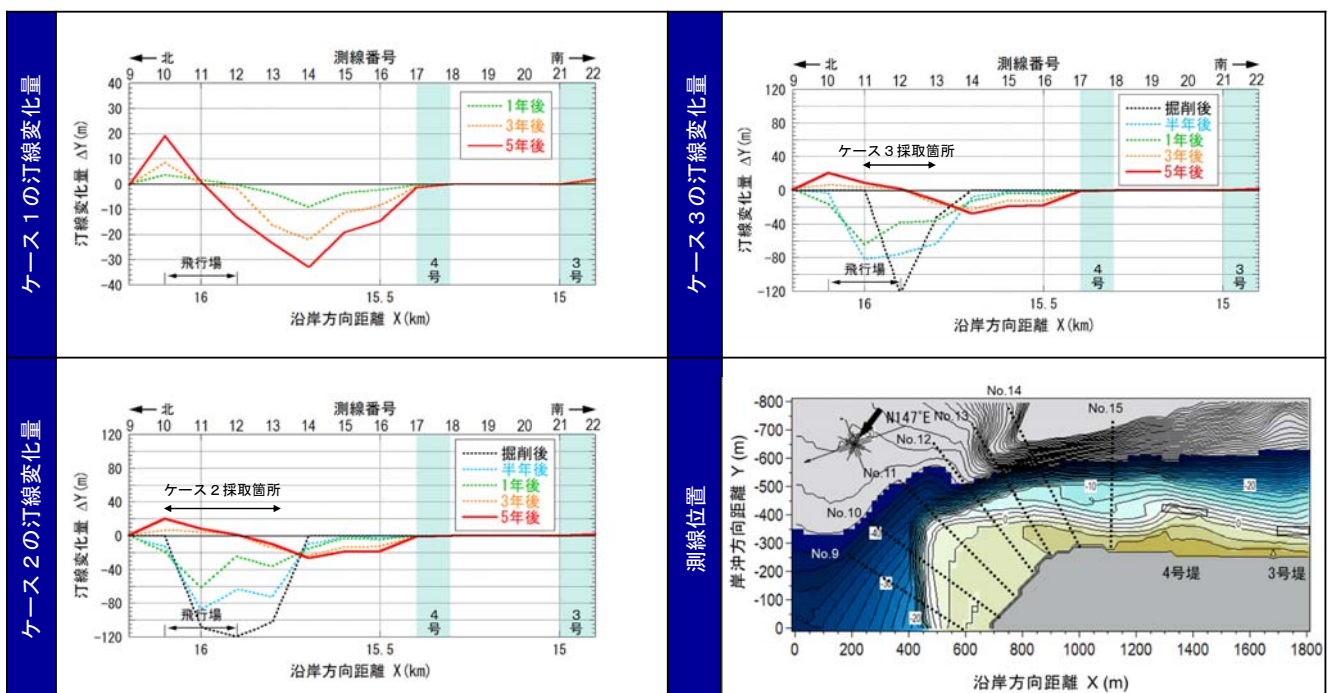
- ・ 現行の陸上採取のケース1と大規模浚渫のケース2では、ケース2の方が、採取箇所より上手側のNo.13~14間、採取箇所No.10~13間の汀線後退範囲、最大後退量を少なく抑えられている。
- ・ 採取箇所の沖側はケース1よりケース2の方が落ち込み量が多いが、採取箇所より下手側の落ち込み量はケース2の方が少ない。ケース2では3年後には地形が埋め戻り、3年後以降は土砂の落ち込み量が増加するため、5年後の区間全体の土砂の落ち込み量の差は少ない。
- ・ 現行の陸上採取のケース1と大規模浚渫のケース3も同様の結果である。

■ケース1とケース2・3の比較

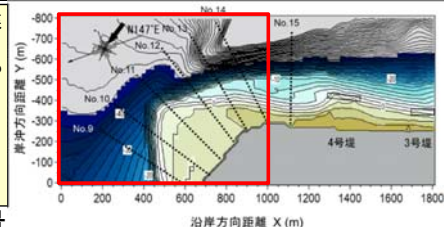


- ・ 現行の陸上採取のケース1は採取箇所より上手のNo.14を中心に汀線後退が徐々に進行する予測である。一方、大規模浚渫のケース2では、採取箇所No.12を中心に掘削時が汀線後退のピークであり、徐々に汀線が回復し、3年後までには汀線位置が回復する結果である。上手側のNo.14~17間は徐々に汀線後退が生じる予測である。
- ・ 大規模浚渫のケース3もケース2と同様の結果である。

■ケース1~3の汀線変化量



- 採取箇所より上手のNo. 13では、現行の陸上採取のケース1は侵食量が多く、大規模浚渫のケース2と3の侵食量は少ない。
- 採取箇所No. 11では、ケース1に比べてケース2と3の前進量（土砂の落ち込み量）がやや多くなっている。
- 採取箇所より下手のNo. 9では、ケース1に比べてケース2と3の前進量（土砂の落ち込み量）が少なくなっている。
- ケース2と3は、5年後の採取箇所No. 11での土砂の落ち込み量が多くなっているため、3年後以降に再度の採取を行う必要がある。



■ ケース1～3の海浜断面地形変化(5年後)、水深4m以深の堆積量

