

平成30年度 清水海岸侵食対策検討委員会

検討資料

平成31年2月25日

静岡県

- 1 . 平成 3 0 年度事業実施状況
- 2 . 平成 3 0 年台風 2 4 号と侵食対策の効果
- 3 . 地形モニタリング結果の報告
- 4 . サンドリサイクル養浜材の採取方法の検討
- 5 . 平成 3 1 年度の事業予定
- 6 . 2 号堤検討に向けたモニタリング項目の検討
- 7 . 今後の予定

1. 平成30年度事業実施状況

- (1) 1号L型突堤整備状況
- (2) 災害復旧工事 (既設L型突堤、2号消波堤)
- (3) 養浜実施状況

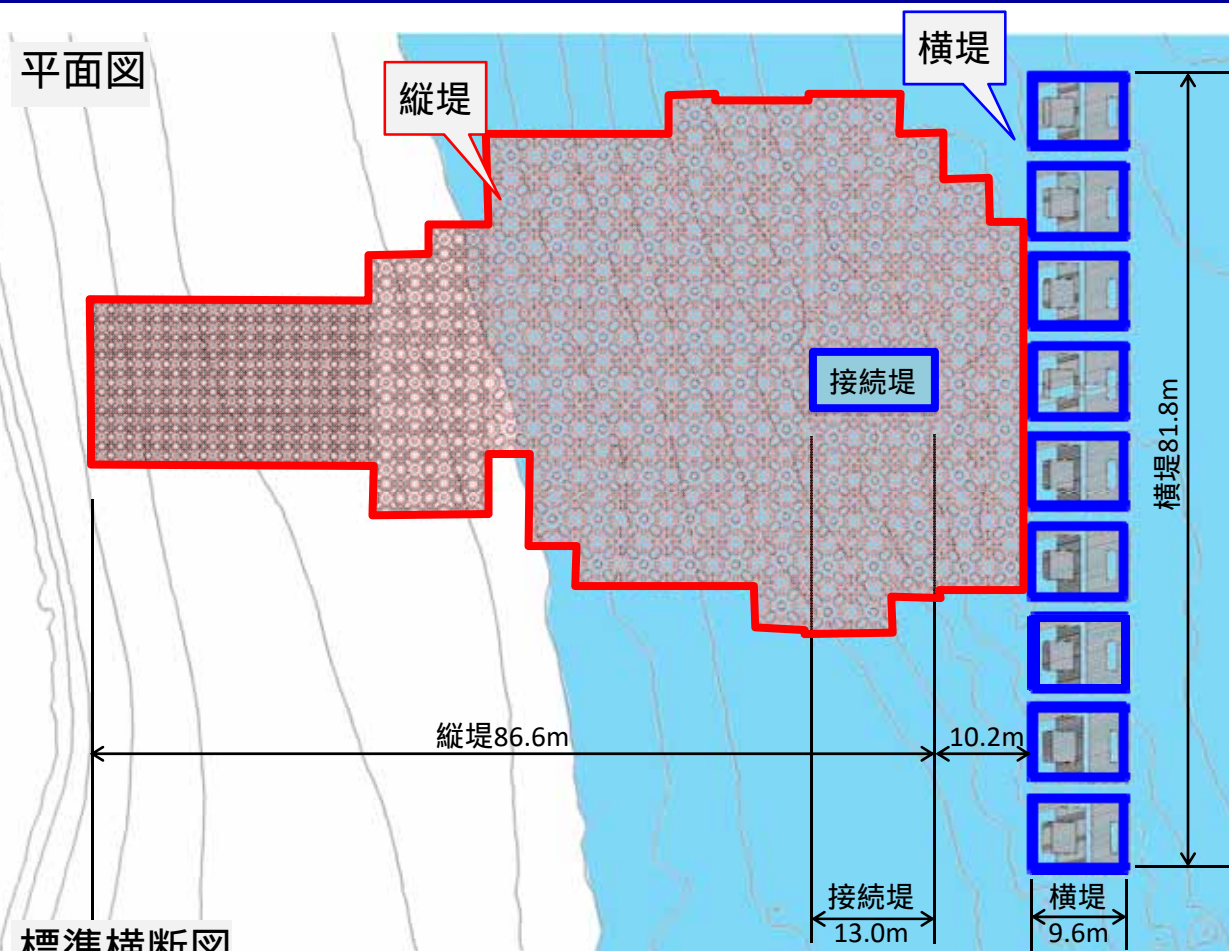
(1) 1号L型突堤整備状況(H30年度施工箇所)

3

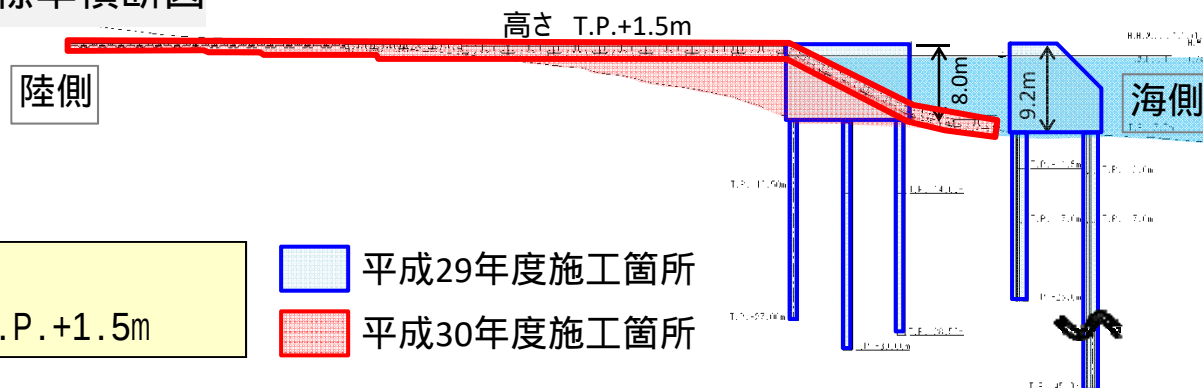
位置図



平面図



標準横断面図



1号L型突堤

横堤 81.8m、縦堤 86.6m、高さ T.P.+1.5m

平成29年度施工箇所

平成30年度施工箇所

(1) 1号L型突堤整備状況(縦堤ブロック据付)

4

1号L型突堤工事が2月に完成

鎌ヶ崎



2019年1月18日撮影



2019年1月18日撮影



2019年2月4日撮影

(2) 災害復旧工事

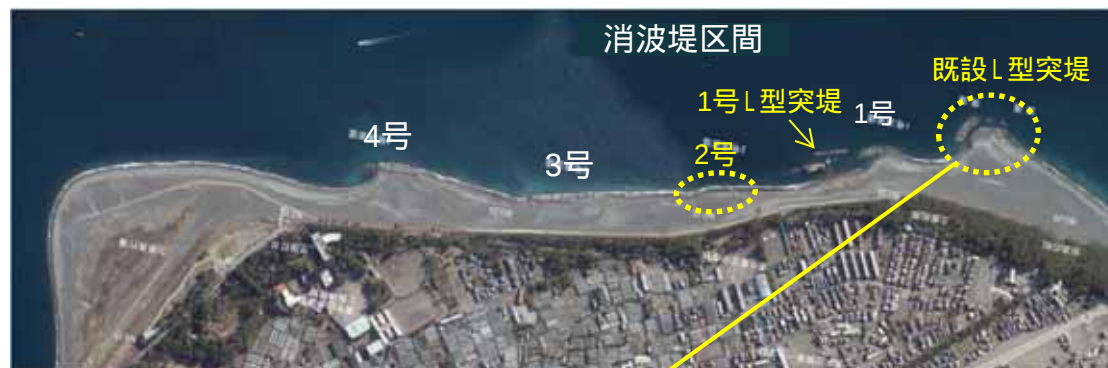
5

平成29年台風21号により被災した、既設L型突堤と2号消波堤の災害復旧工事を実施中

【既設L型突堤復旧 消波ブロック製作】



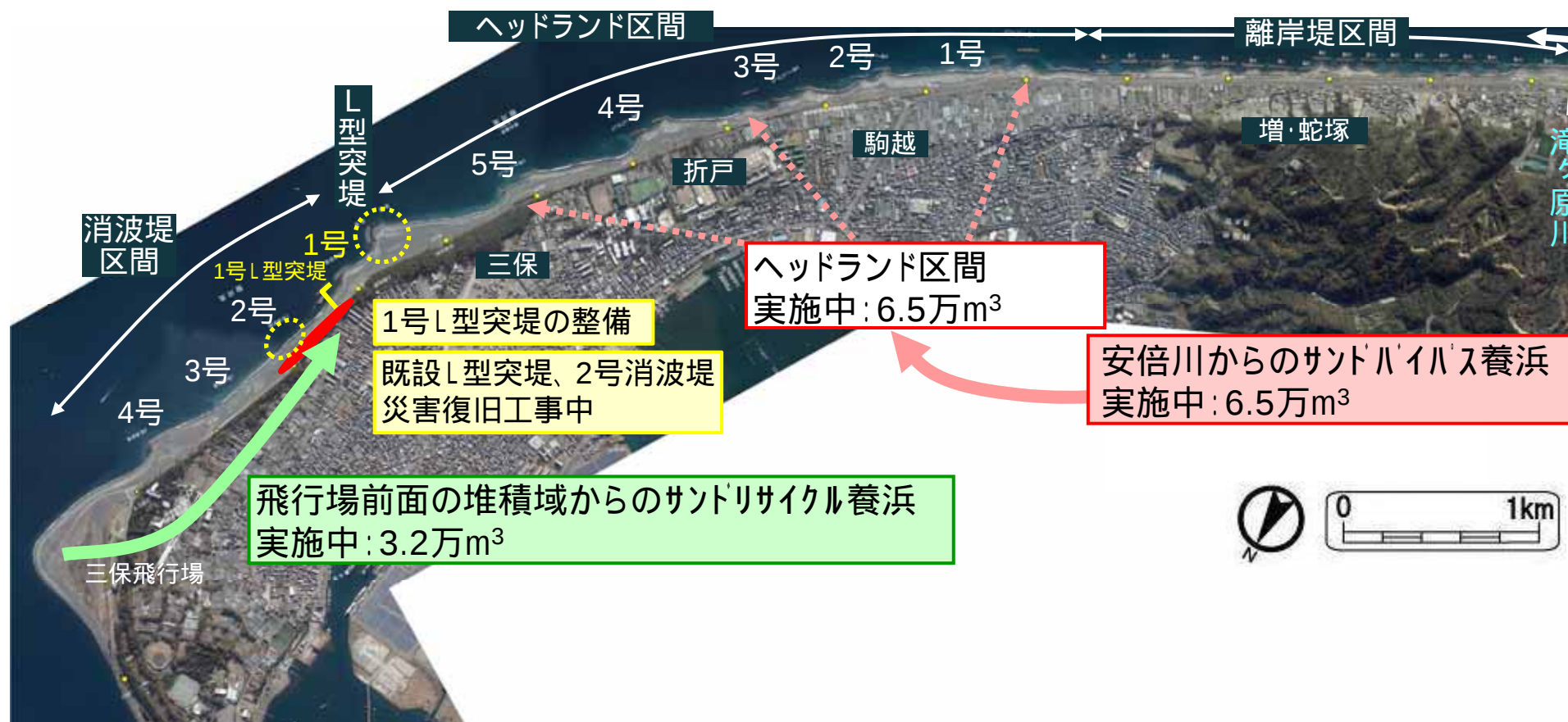
【2号消波堤復旧 消波ブロック製作】



(3) 養浜実施状況

6

- ・平成30年度は、サンドハイパス養浜6.5万 m^3 、サンドリサイクル養浜3.2万 m^3 を実施中
(平成29年度は、サンドハイパス養浜2.7万 m^3 、サンドリサイクル養浜1.7万 m^3 を実施)



平成30年度の事業実施状況

	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3.2万m^3 (5万m^3/年実施に向けた検討)	■ サンドハイパス養浜6.5万m^3 (うち、国交省施工分1.3万m^3)	-
施設	■ 1号L型突堤の整備 ■ 既設L型突堤、2号消波堤の災害復旧工事	-	-

2. 平成30年台風24号と侵食対策の効果

- (1) 波浪の来襲状況
- (2) 侵食対策の効果

(1) 波浪の来襲状況 (2018年)

8

2018年10月1日の台風24号通過時に、久能観測所の有義波高既往第7位となる8.37mを観測

【久能観測所の波高上位10波(2000(H12)年～2018(H30)年)】

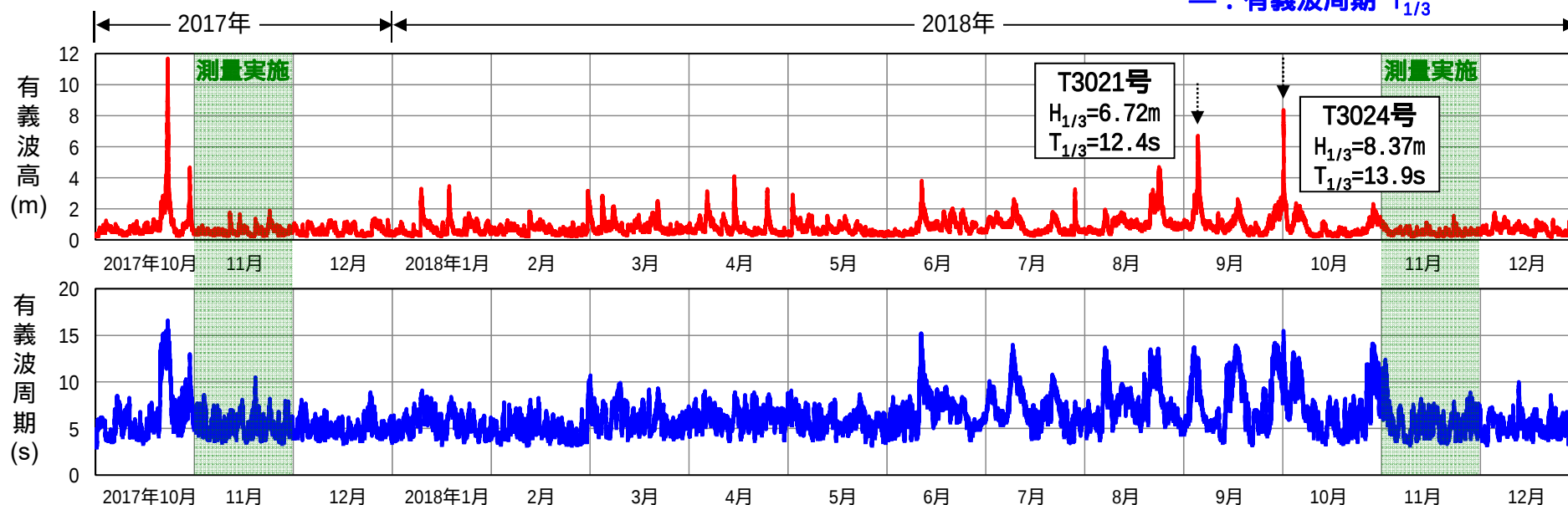
順位	気象要因	有義波高(m)	有義波周期(s)	波向	有義波高3m以上の継続時間(時間)
1位	2017年台風21号	11.69	16.5	S	24.7
2位	2011年台風15号	10.11	12.4	欠測	27
3位	2014年台風18号	9.31	15.1	S	8
4位	2013年台風26号	9.28	16.7	S	20
5位	2012年台風17号	8.40	13.7	S	8
6位	2002年台風21号	8.37	16.4	SSE	11
7位	2018年台風24号	8.37	13.9	S	10.7
8位	2009年台風18号	8.13	13.7	S	9
9位	2013年台風18号	7.97	13.1	S	19
10位	2012年台風4号	7.67	13.5	S	18



【清水海岸の計画外力(50年確率波)】：沖波波高 $H_o=12.0m$ 、沖波周期 $T_o=17.0s$ (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(2017(H29)年10月～2018(H30)年12月)】

—：有義波高 $H_{1/3}$
—：有義波周期 $T_{1/3}$



- ・ 清水海岸の漂砂上手側に位置する静岡海岸では、**昭和54年10月18日台風20号**時に、久能街道に波が大きく打ちあがり、国道150号が約2.1kmに渡って被災するなど甚大な被害が生じた（気象庁石廊崎波浪観測所における**有義波高は8.2m**）。
- ・ 一方、平成29年台風21号の同地点の有義波高が既往最大の14.7mを記録したのに加えて、**平成30年台風24号**においても**有義波高11.7m**を記録しているが、**これまでの侵食対策の効果もあり**、昭和54年台風20号時のような**甚大な被害は生じていない**。

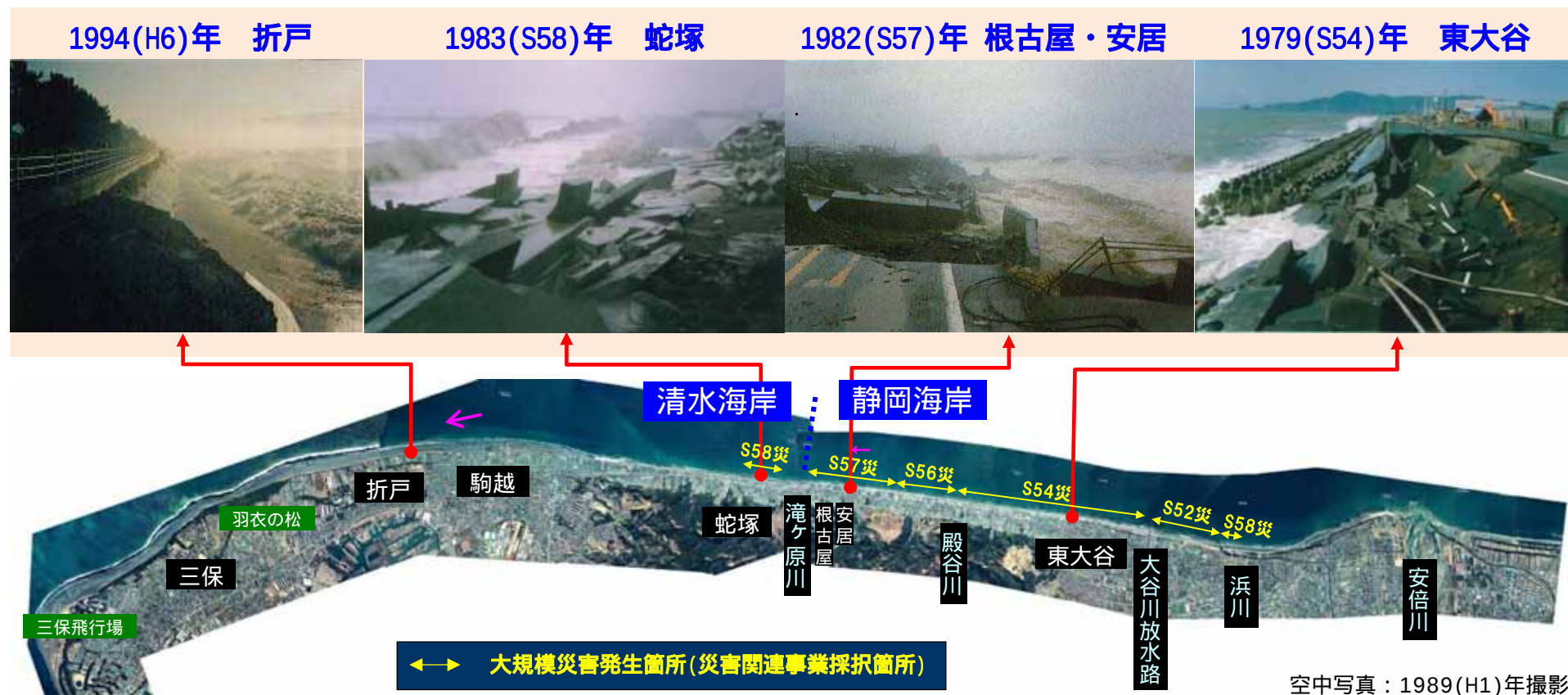


静岡海岸（静岡県）昭和54年10月台風20号

出典：海岸30年のあゆみ（昭和56年7月発行、建設省（現国土交通省）監修）

(2) 侵食対策の効果 ～ 侵食に伴う過去の災害 ～

10



1994(H6)年
駒越・折戸



1982(S57)年
根古屋・安居

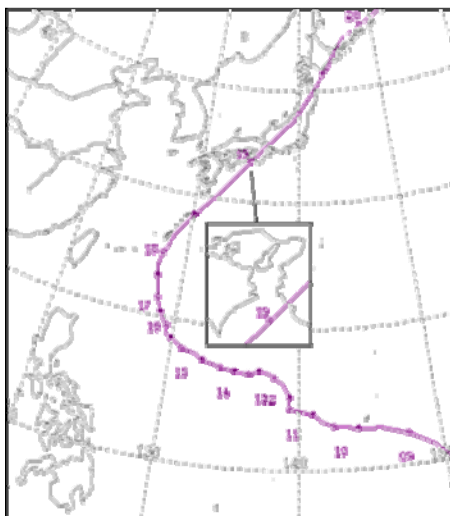


(2) 侵食対策の効果

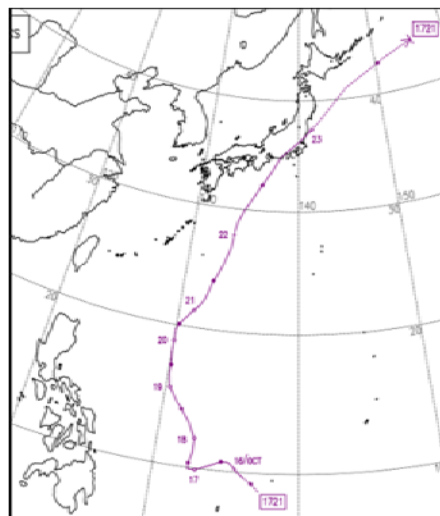
11

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

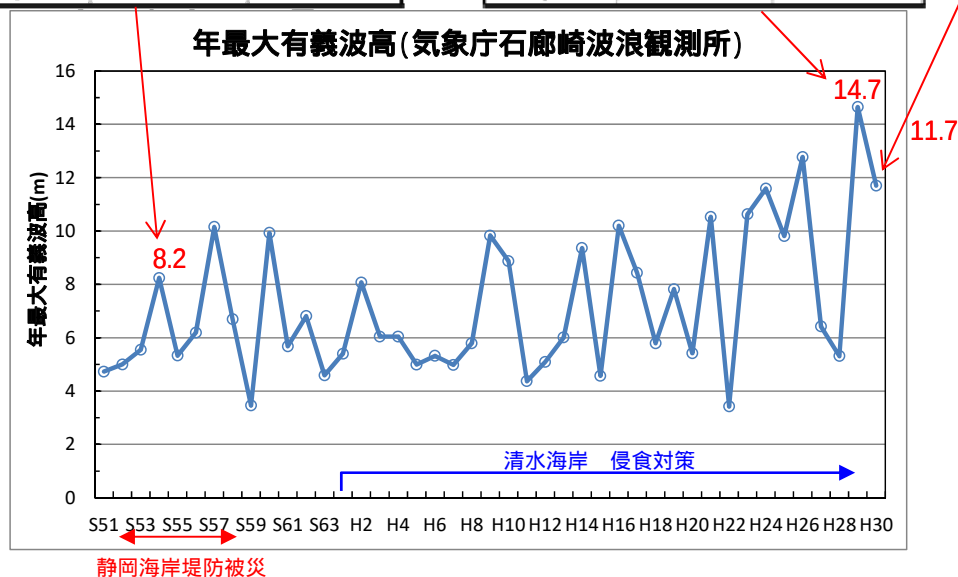
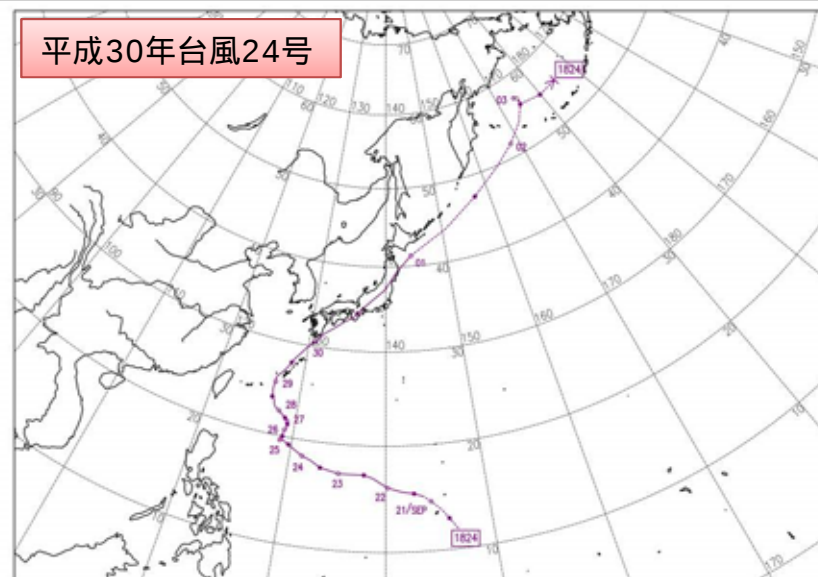
昭和54年台風20号



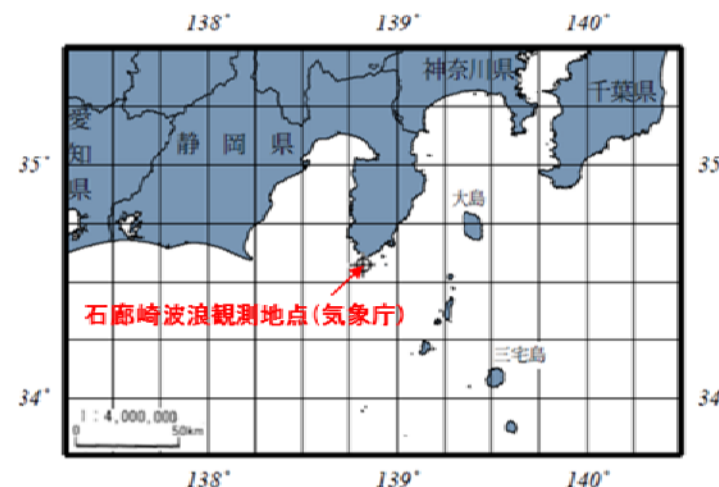
平成29年台風21号



平成30年台風24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

(2) 侵食対策の効果

侵食対策を実施しなかった場合のシミュレーション

羽衣の松

東海大学

清水南高校

昭和63年3月の状況



(2) 侵食対策の効果

侵食対策を実施しなかった場合のシミュレーション

羽衣の松

東海大学

清水南高校

未対策の場合の30年後
(平成30年)の予測





平成6年と平成30年における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。

No.53 3号ヘッドランド付近

平成6年



- 平成元年～11年にヘッドランド整備
- 平成10年～29年のヘッドランド区間への養浜量105万m³

平成30年台風24号来襲後(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. 地形モニタリング結果の報告

- (1) 前回委員会（平成30年2月27日開催）の意見と対応
- (2) モニタリング内容
- (3) 地形変化の状況
- (4) モニタリング結果のまとめ

(1) 前回委員会(平成30年2月27日開催)の意見と対応

17

【モニタリング結果報告など】

No	意 見	対応状況、今後の方針	該当ページ
1	・2017年台風21号の周期は非常に長い可能性がある。 新L型突堤の安定性も考慮し、台風21号来襲時の観測波浪と、計画外力と比較するなどの確認が必要ではないか。	・清水海岸の計画波周期(50年確率波周期)は $T=17s$ であり、台風21号の周期 $T=16.5s$ と同等であり、超過はしていないため、現時点で計画波周期の見直す必要性まではないと考える。	p.8
2	・静岡海岸と清水海岸の境界近くの侵食部分は、岸沖に侵食箇所が発生していることからエラーデータの可能性があるため確認すること。	・当箇所は、毎年の測量記録を確認すると凹凸があるため、局所的な地形変動が生じている。2000年頃の凹凸は比較的小さく、最近は大きい状態であるため、変化図では侵食傾向と示されているが、原因は解明できていない。	p.21
3	・2017年11月の測線No.85の離岸堤間の局部的侵食は、2000年の断面と重ねて比較して、トレンドを確認することが必要である。	・測線No.85の離岸堤開口部の深掘れは2017年台風21号の高波浪時に生じた局所的な地形変化であると考えられ、2018年11月測量では土砂が埋め戻り、2000年断面まで回復している。	p.27
4	・「対策を検討」「対応が必要」といったあいまいな表現では住民は安心できないのではないかと。「いつまでに」「何を」実施するのか具体的に示すことが必要である。予算の制約もあるため最優先な事項を示すことが必要である。 ・海岸での現象が難しいのは分かっている。「川からの土砂が減ったから侵食した」とか「○年後に土砂が到達する予定」など端的に原因や見込みを教えて欲しい。	・具体的な対策として提示できるのは、現段階では「養浜」が中心となる。効果的な場所、時期、量、そして想定する効果を提示する。	p.75、 p.96～ (資料編)
5	・養浜は平成初期からは始めているが、既設L型突堤周辺以外で砂浜がついたところはほとんどない。養浜をしても台風がくるとなくなってしまう。養浜は効果がないのではないかと。 ・現状で砂浜がない、ということは指摘のとおりだが、養浜を実施していなければ今より厳しいことになっていたと考えるべきである。	・昭和50年代の被災時の波高などのデータを台風2017年台風21号のデータ等と比べると、台風の規模は大きくなる傾向にあるが、これまでの養浜や施設整備により浜幅を概ね維持しており、甚大な被害は生じていない。	p.9-15
6	・これまで実施してきた養浜により、台風21号来襲時の計画規模に近い高波浪が来襲しても大きな被害がなかった、ということをきっちり評価すべきである。		

(2) モニタリング内容

18

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				定点写真撮影(高波前後) 波浪観測(久能)
	・養浜材採取の影響 ・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 ・サンドパイパスの効果	・危険箇所の侵食状況 ・養浜の効果 (特に、サンドホディの進行)	汀線・深浅測量 空中写真撮影 (垂直、斜め)

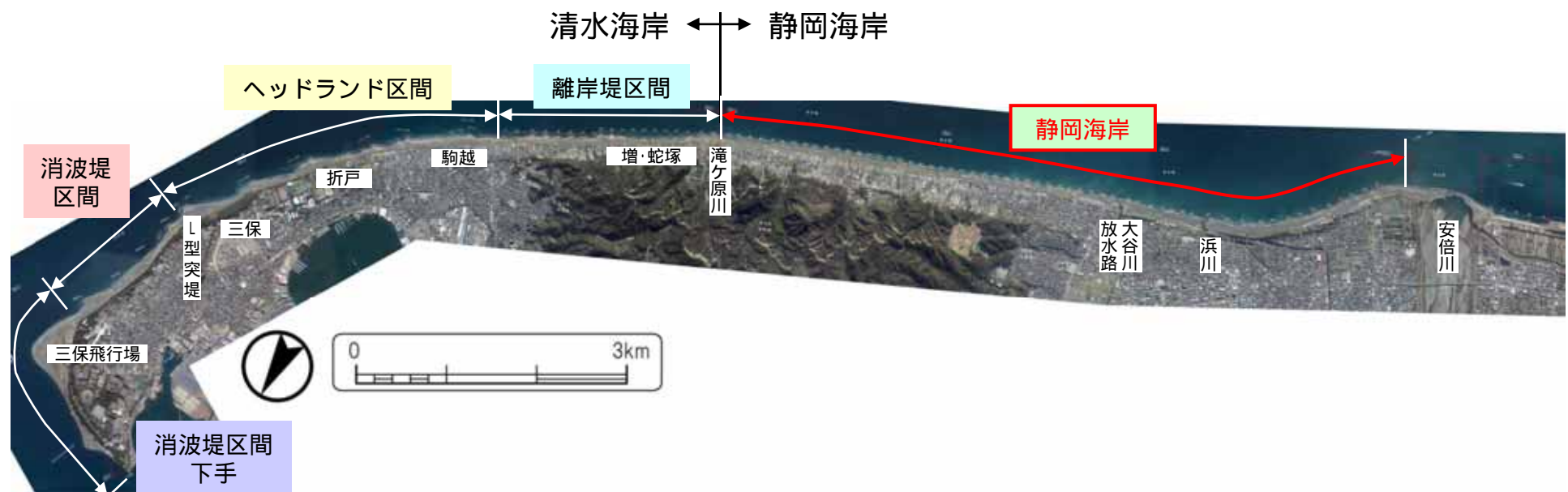


年度		平成29年度					平成30年度											
月		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
養浜																		
モニタリング	汀線・深浅測量											1						
	空中写真撮影																	
	定点写真撮影		12/1							7/27	8/10	9/14			12/4			
	波浪観測(久能)																	
台風,低気圧等 2										台風21号			台風24号					

1: 清水海岸 測線No.26+40m ~ No.32 (既設L型突堤 ~ 2号消波堤上手)のみ実施

2: 波高6m程度以上の気象要因のみを記載

1) 静岡海岸

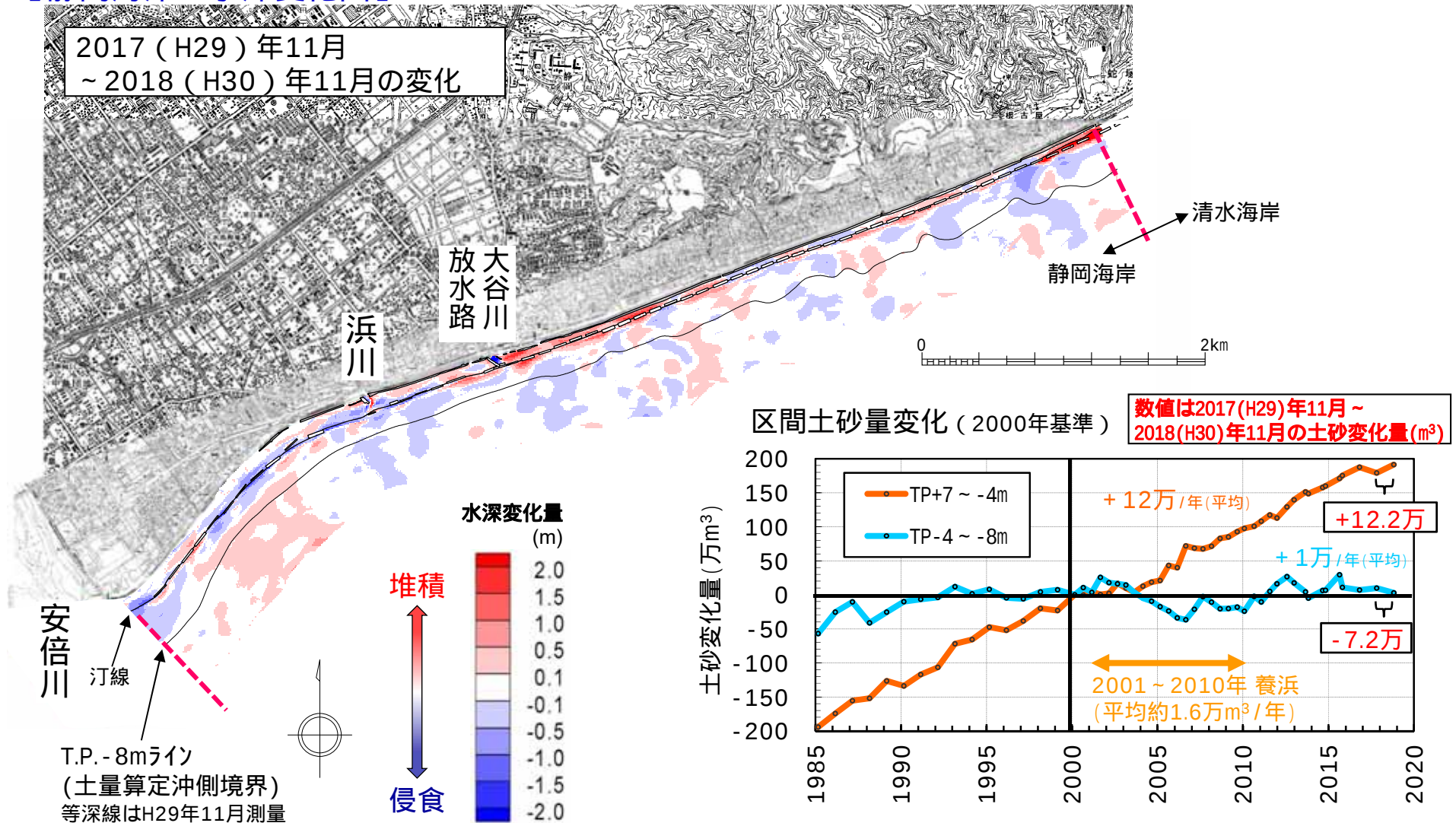


1年間の水深変化と土砂量の変化

【静岡海岸】 20

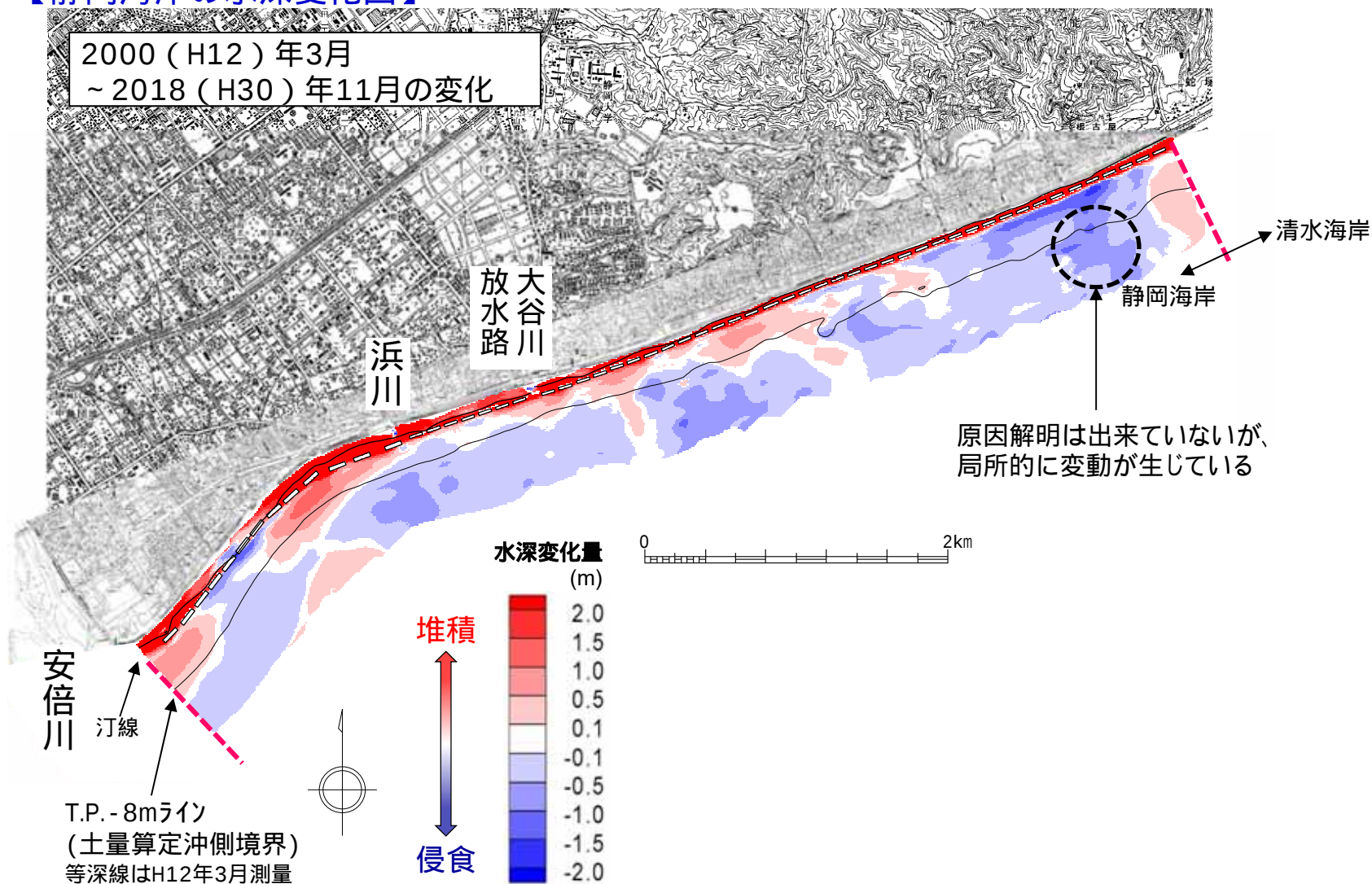
- 2017 (H29) 年11月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化
 - ・ 安倍川河口に近い範囲で侵食
 - ・ 大谷川河口下手、清水海岸境界付近で堆積

【静岡海岸の水深変化図】



- 2000 (H12) 年3月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化
 - ・ 安倍川河口 ~ 清水海岸境界まで海岸全体において離岸堤背後で堆砂傾向
 - ・ 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

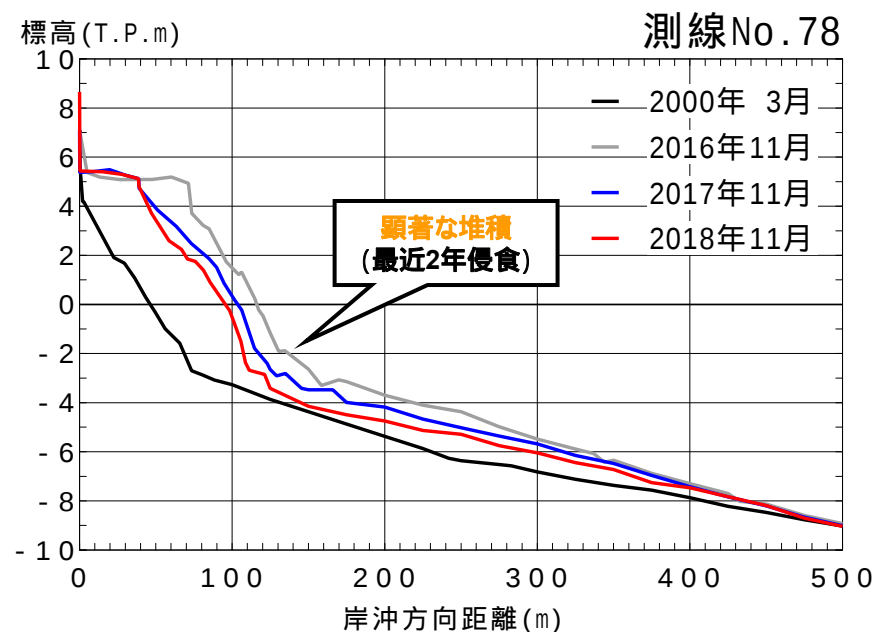
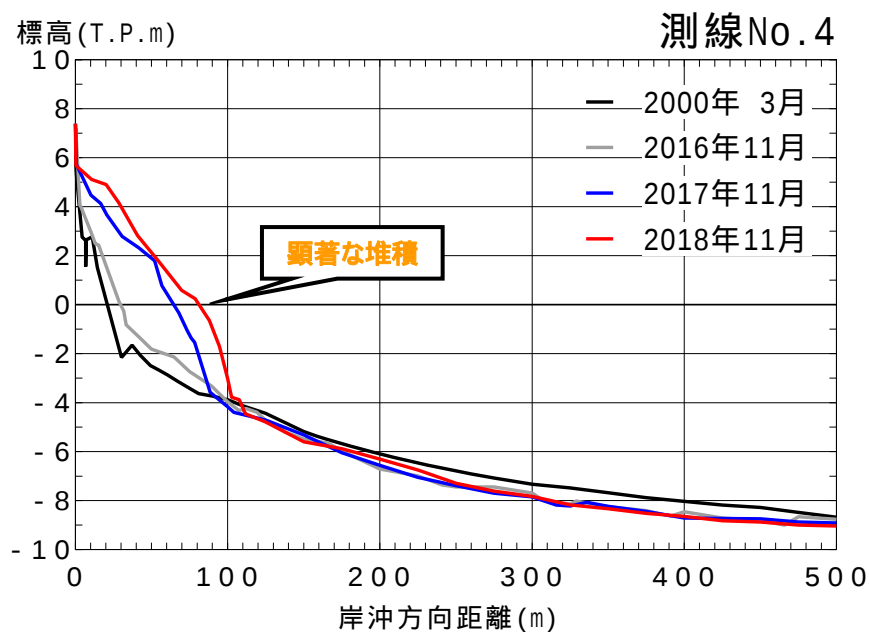
【静岡海岸の水深変化図】



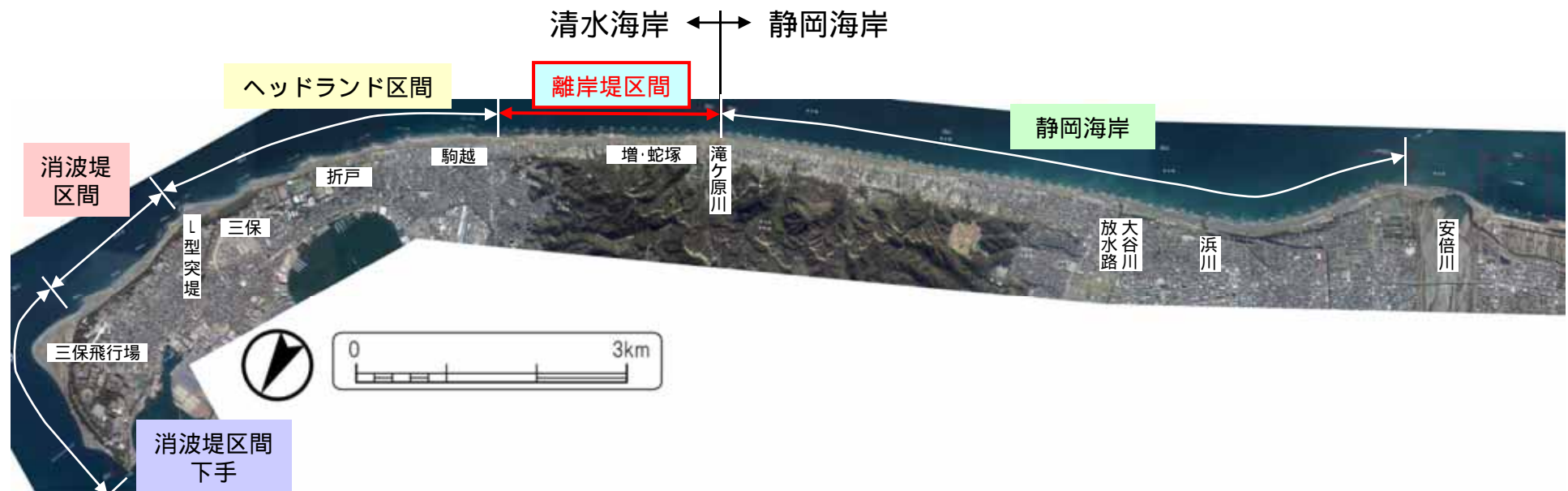
■ 静岡海岸

- ・ 安倍川河口左岸の測線No.78は顕著な堆積。最近2年はT.P.+5 ~ -6mの範囲で侵食
- ・ 2016年時サンドボディ先端付近であった測線No.4でさらに堆積が進行

○ 2016年時サンドボディ先端付近（静岡3号離岸堤上手） ○ 安倍川河口左岸

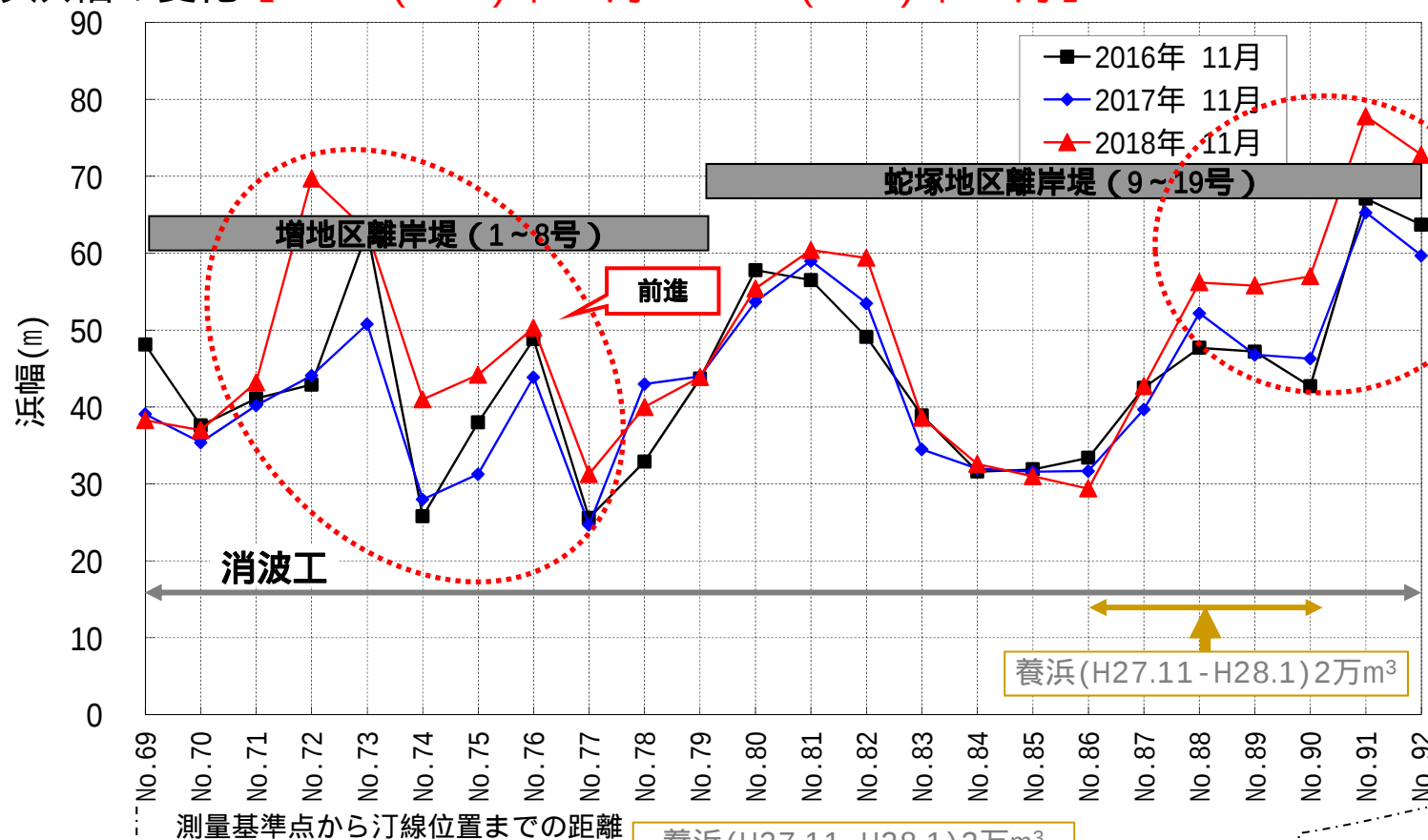


2) 離岸堤区間



- ・ 2016年(H28)以降は養浜未実施の測線No.88(蛇塚地区16号離岸堤)より上手側はサンドボディが到達し前進
- ・ 8号離岸堤と9号離岸堤の段差箇所下手側の測線No.71～77で前進している

砂浜幅の変化【2016(H28)年11月～2018(H30)年11月】

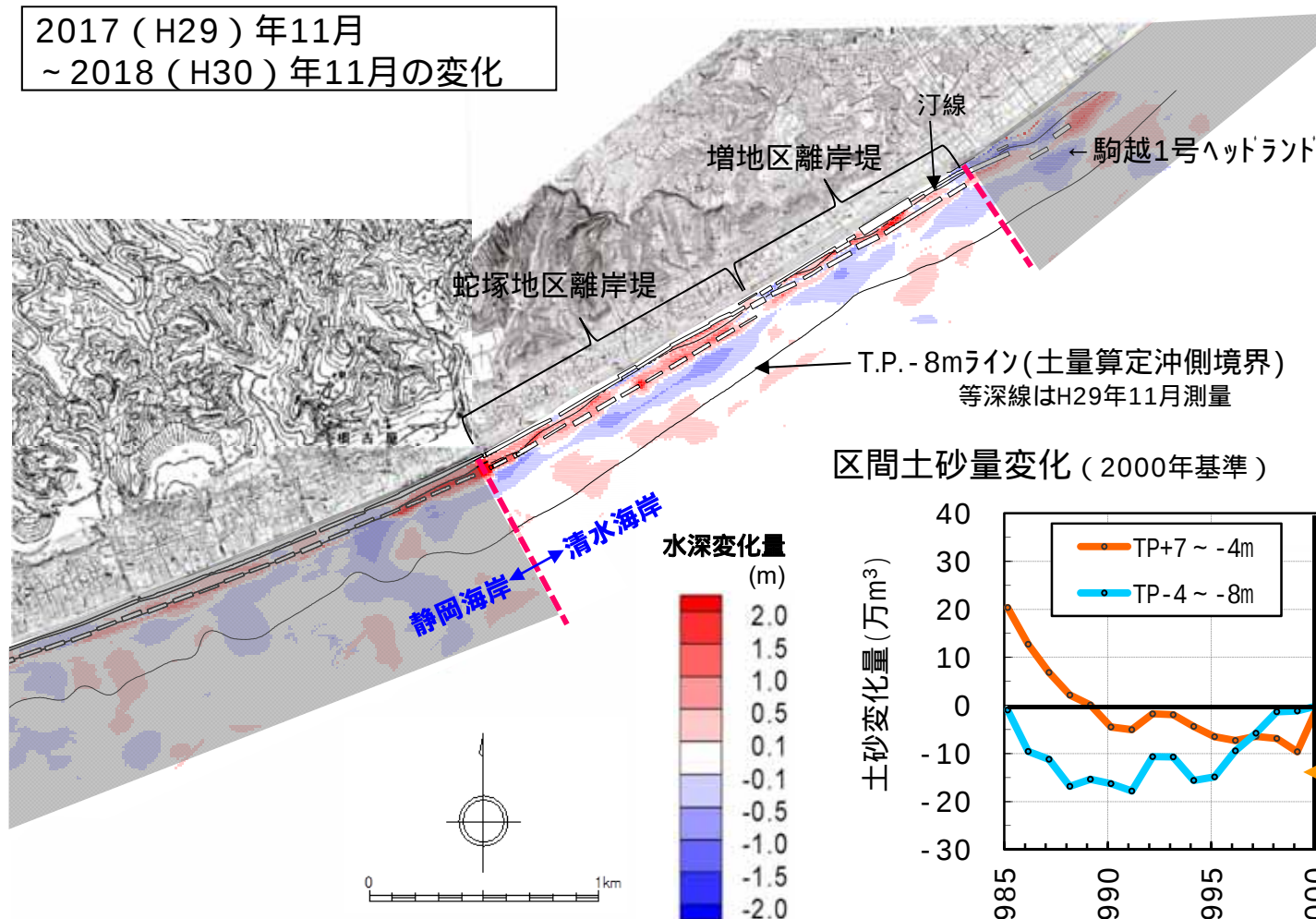


■ 2017 (H29) 年11月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

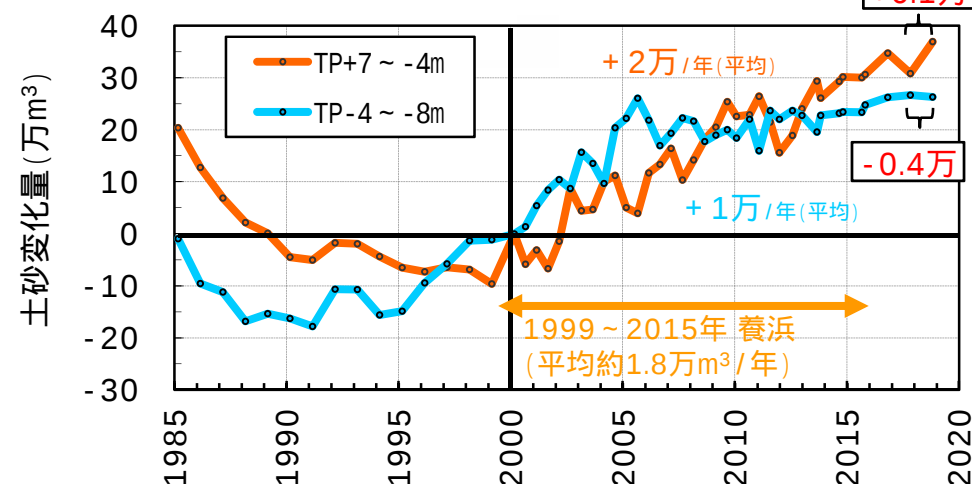
- ・ 全体的に離岸堤背後で堆積、沖側で侵食
(昨年と逆の傾向を示しており、昨年の堆積箇所は均されて侵食箇所は埋め戻された)

【清水海岸離岸堤区間の水深変化図】

2017 (H29) 年11月
~ 2018 (H30) 年11月の変化



区間土砂量変化 (2000年基準)



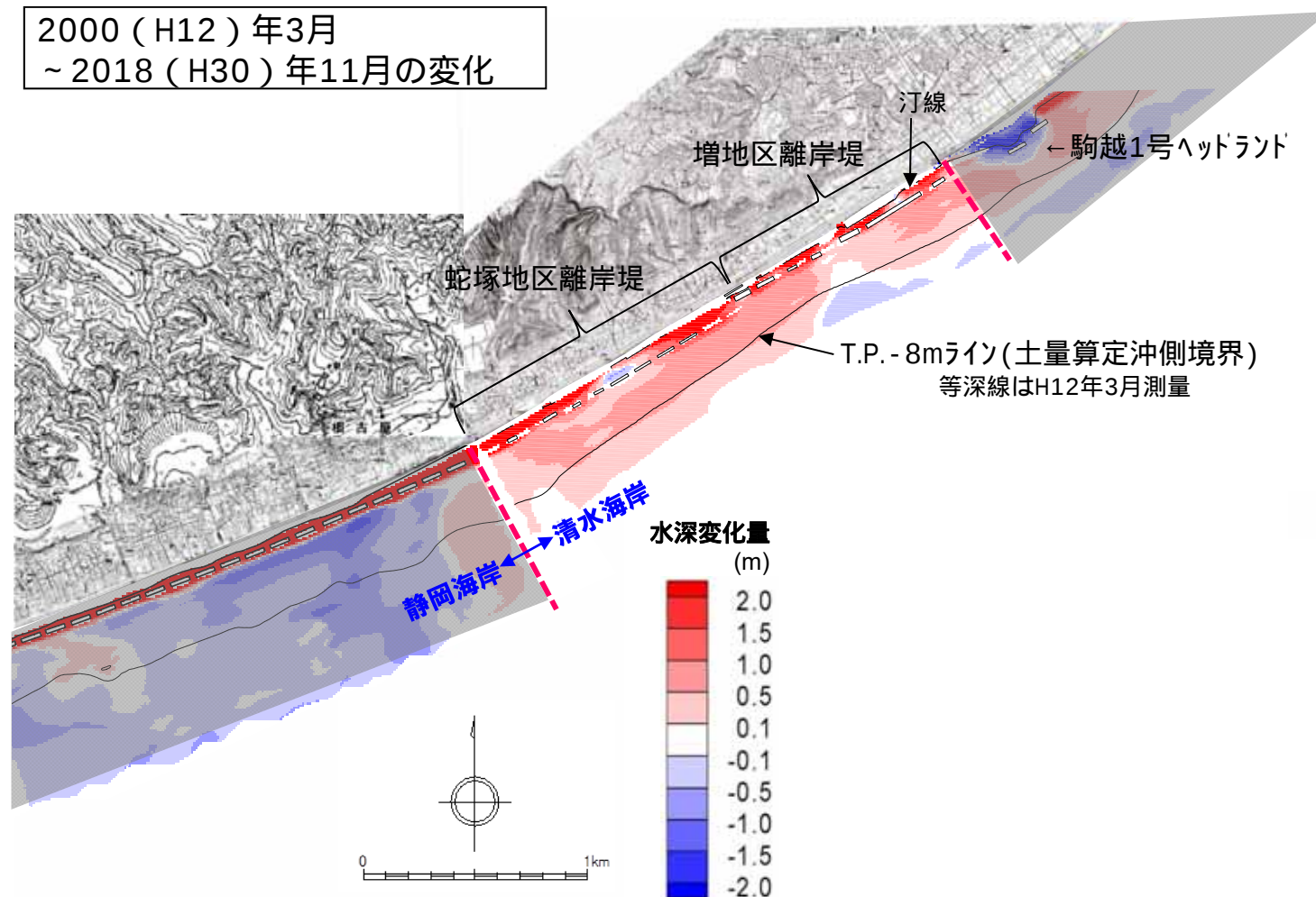
2011年 ~ 離岸堤区間の計画養浜量2万m³/年

■ 2000 (H12) 年3月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ 離岸堤背後、沖側ともに堆積傾向であり、2005 (H17) 年以降の土砂量変化は安定傾向 (離岸堤区間への過去の養浜の効果と最近のサンドボディ到達の状況が確認される)

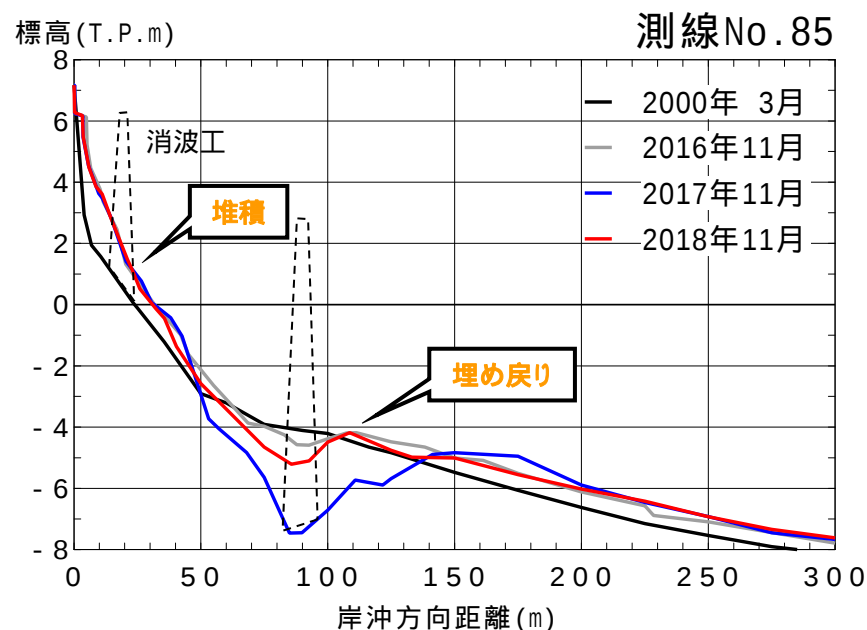
【清水海岸離岸堤区間の水深変化図】

2000 (H12) 年3月
~ 2018 (H30) 年11月の変化

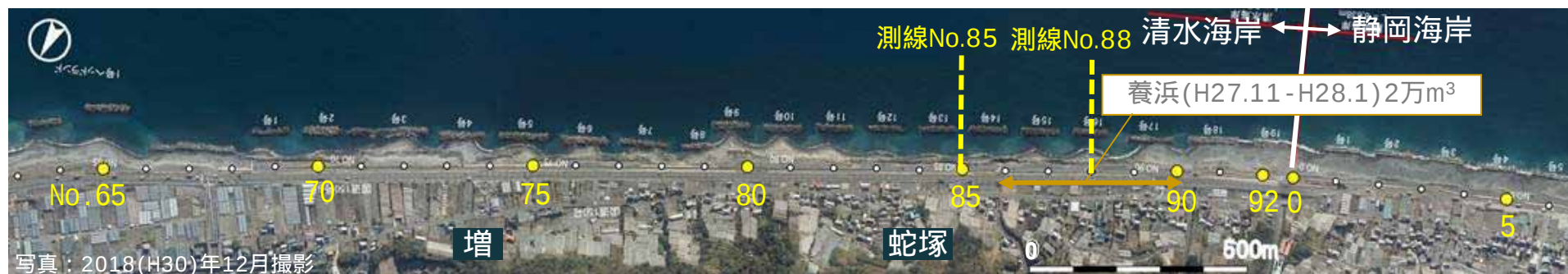
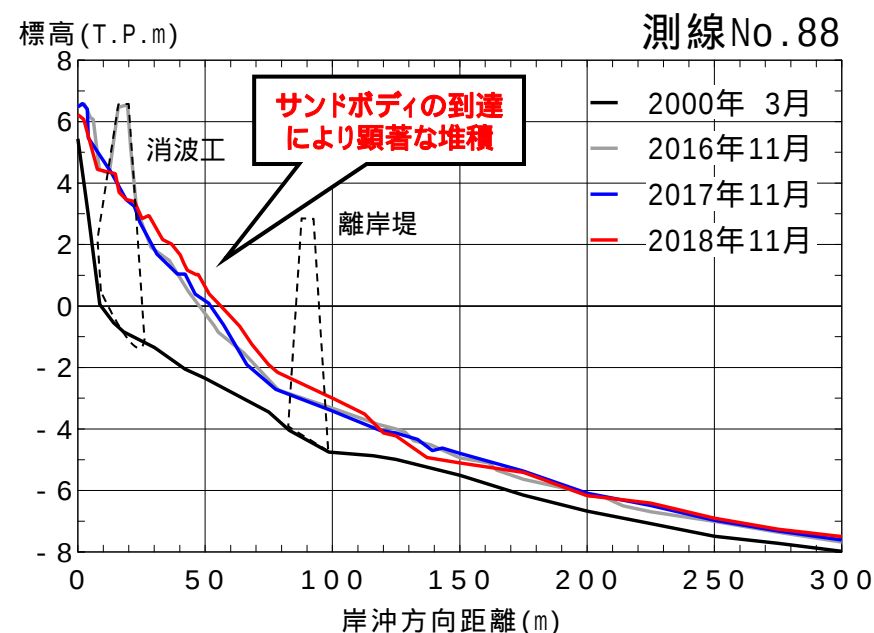


- ・ 2015年時まで実施のサンドボディ促進養浜箇所（測線No.88）はサンドボディの到達により顕著な堆積
- ・ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部（測線No.85）は2017(H29)年の侵食箇所が埋め戻された

○ 蛇塚地区13号・14号離岸堤の開口部

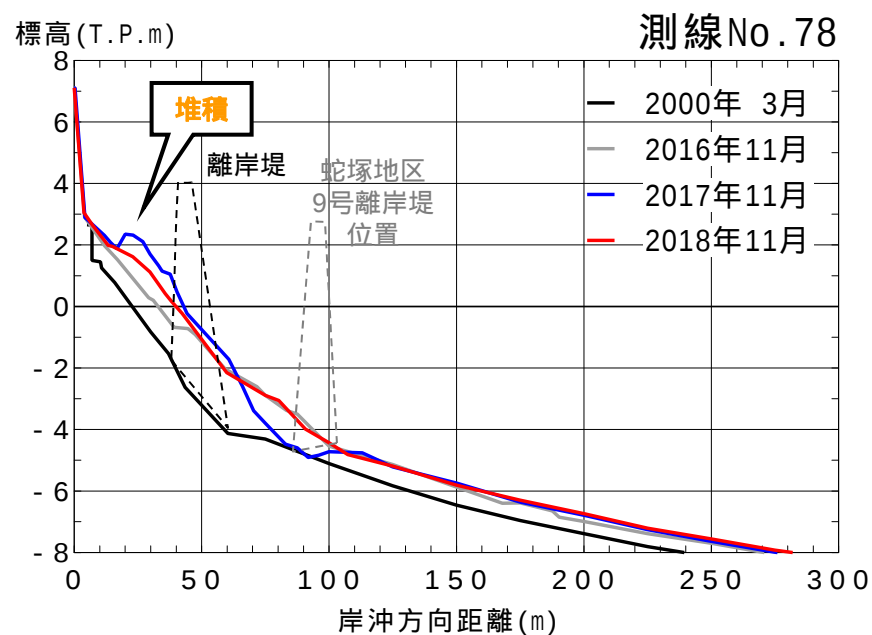


○ 2015年時サンドボディ促進養浜箇所

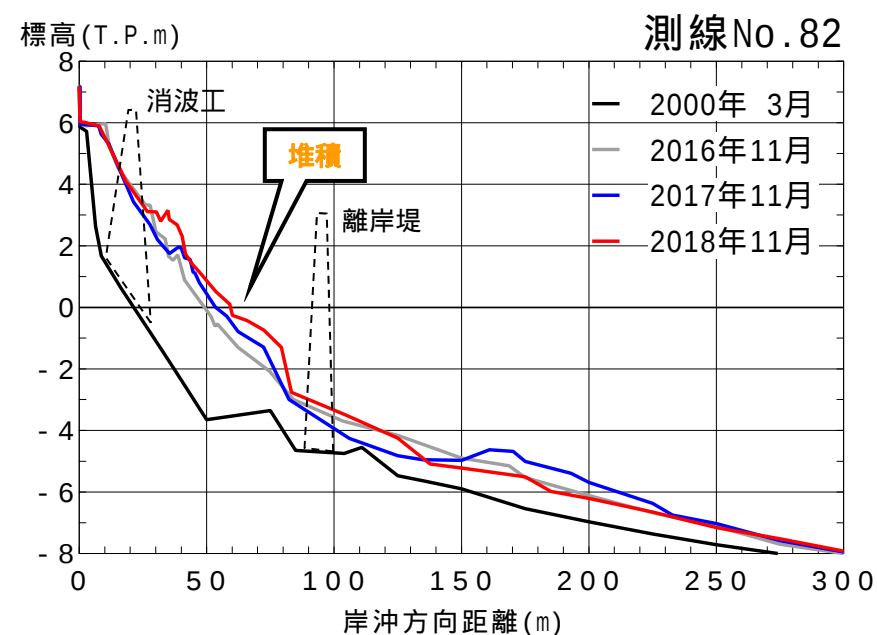


- ・ 蛇塚地区11号離岸堤（測線No.82）は離岸堤沖側と背後で堆積している
- ・ 増地区7号離岸堤（測線No.78）は離岸堤沖側と背後で堆積している

○ 増地区7号離岸堤

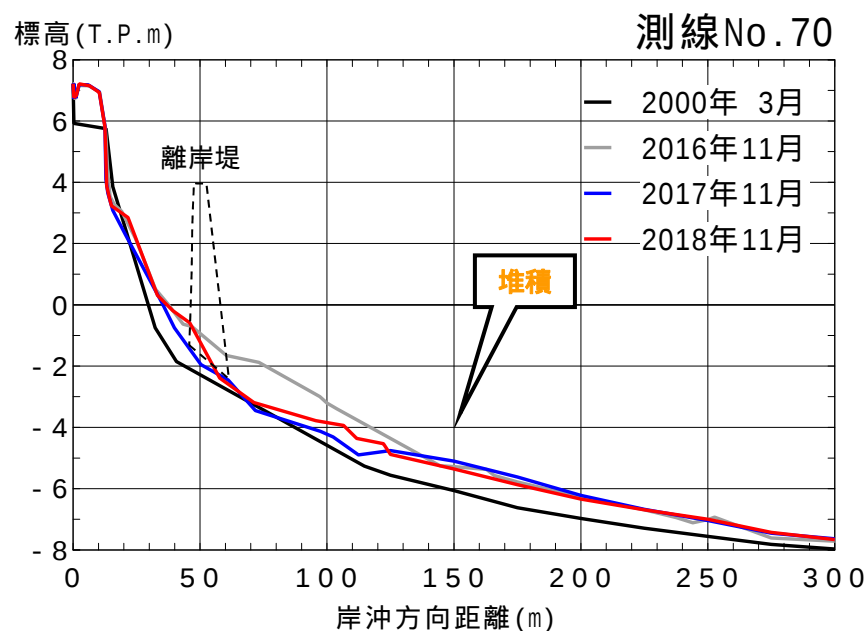


○ 蛇塚地区11号離岸堤

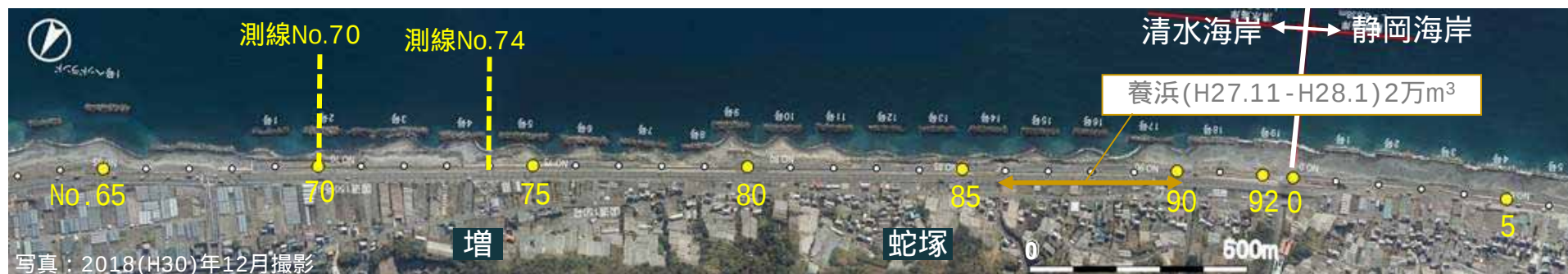
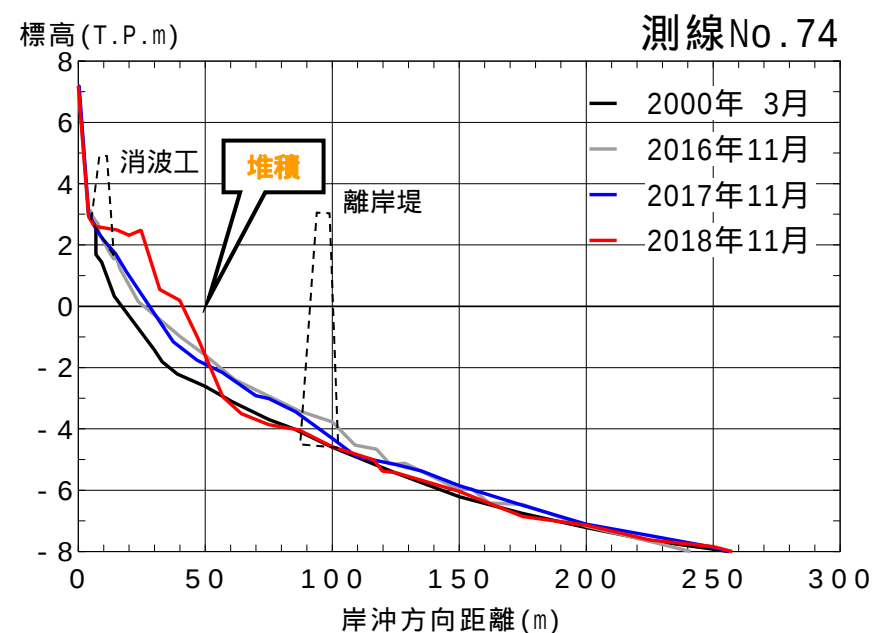


- ・増地区4号・5号離岸堤の開口部（測線No.74）は離岸堤沖側は安定、背後で堆積している
- ・増地区2号離岸堤（測線No.70）は離岸堤沖側は堆積、背後は安定している

○ 増地区2号離岸堤



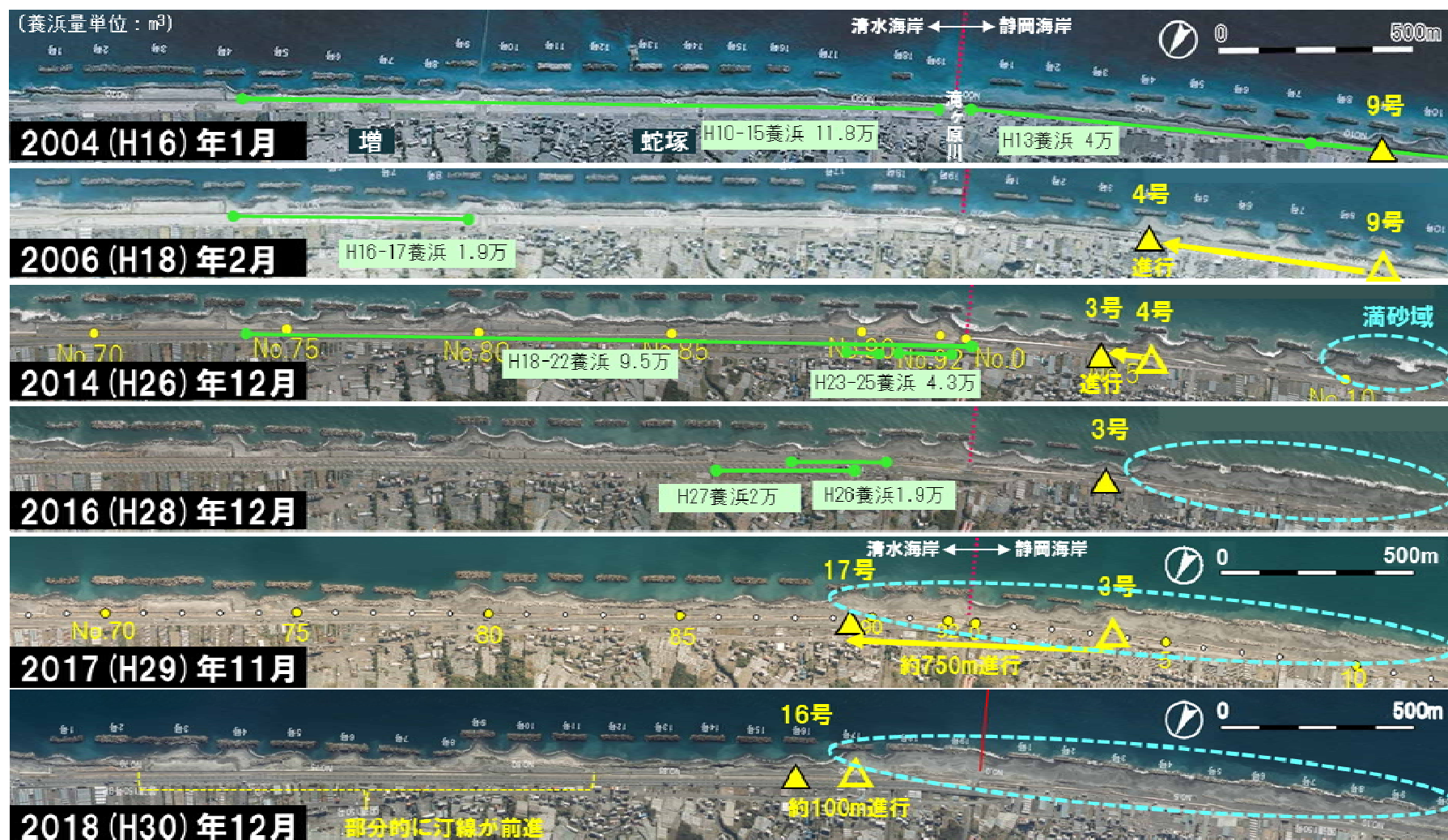
○ 増地区4号・5号離岸堤の開口部



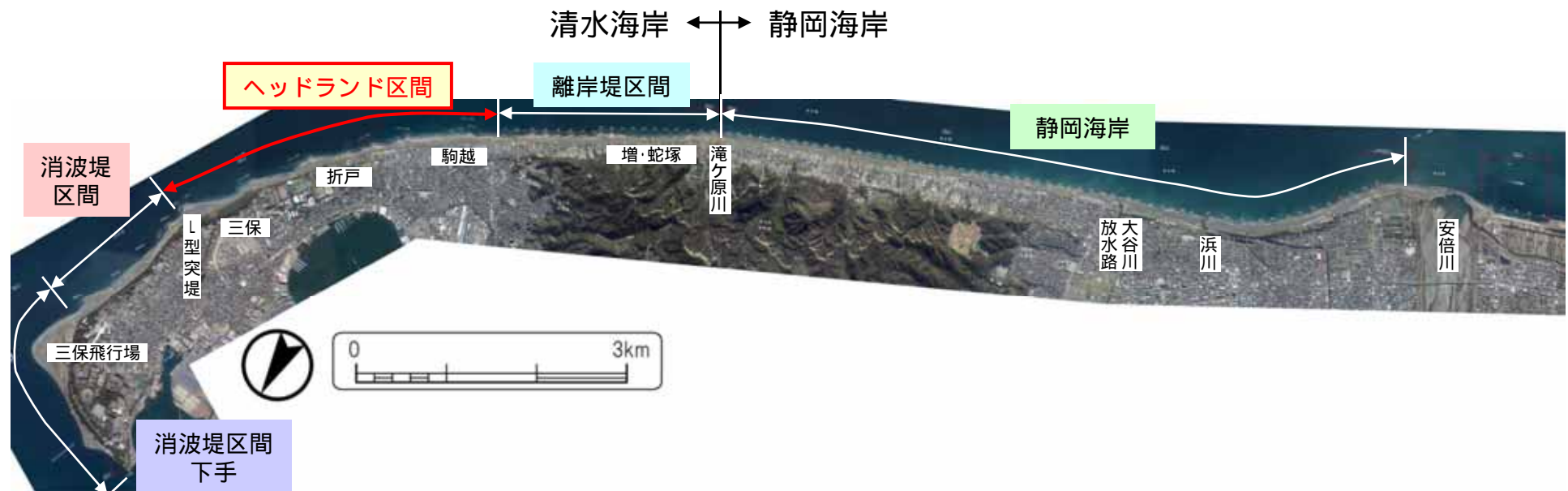
- ・ 2006(H18)年頃に大きく進行して以降、2016(H28)年までの約10年間はサンドボディ先端位置の進行は小さかったが、静岡海岸の離岸堤背後の満砂域が清水海岸に向かい進行していた。
- ・ 2017(H29)年には清水海岸の蛇塚地区17号離岸堤までサンドボディ先端および満砂域が進行、2018(H30)年は先端位置が100m進行し、満砂域先端付近の離岸堤開口部の堆砂が確認された。

：サンドボディの先端位置(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



3) ヘッドランド区間



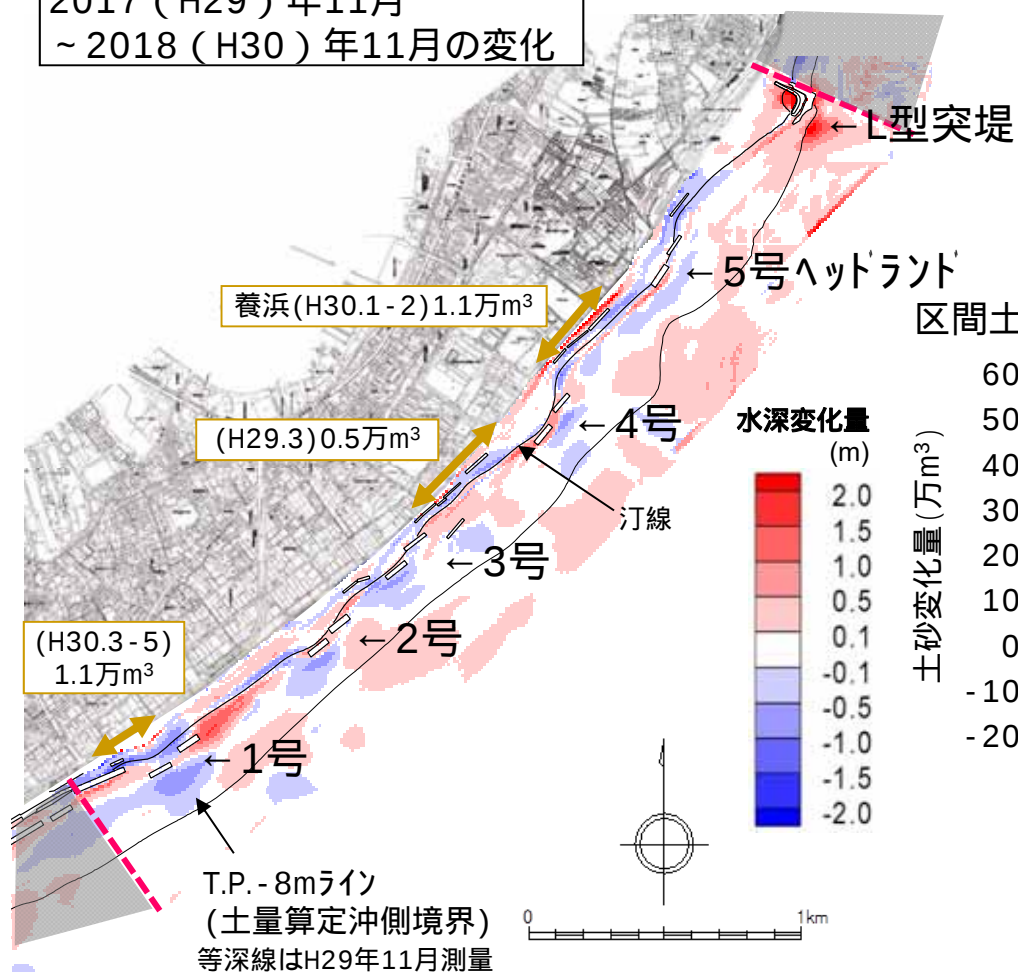
- 砂浜幅の変化【2016(H28)年11月～2018(H30)年11月】



- 2017 (H29) 年11月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化
 - ・ 1号ヘッドランド背後と沖側、2号・5号ヘッドランド下手でやや侵食
 - ・ 養浜箇所の前面やその下手の汀線近傍で堆積

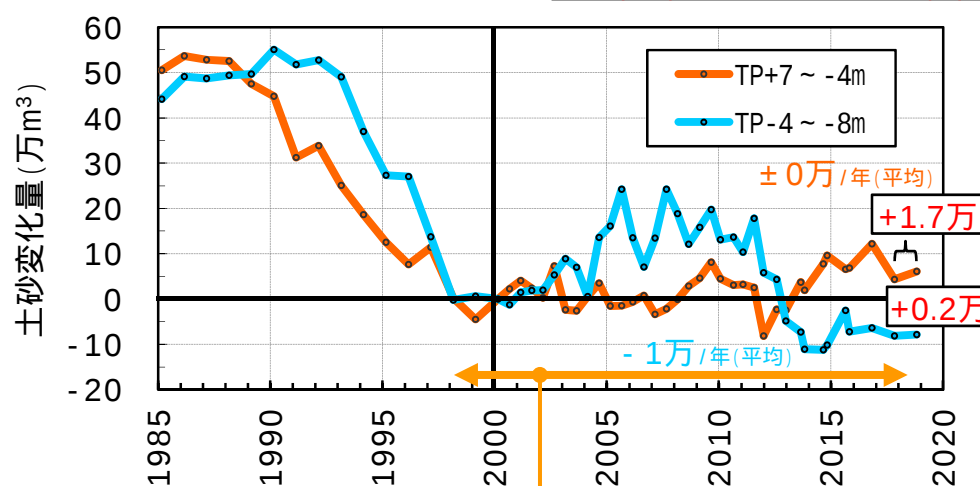
【ヘッドランド区間の水深変化図】

2017 (H29) 年11月
~ 2018 (H30) 年11月の変化



区間土砂量変化 (2000年基準)

数値は2017(H29)年11月 ~
2018(H30)年11月の土砂変化量(m³)



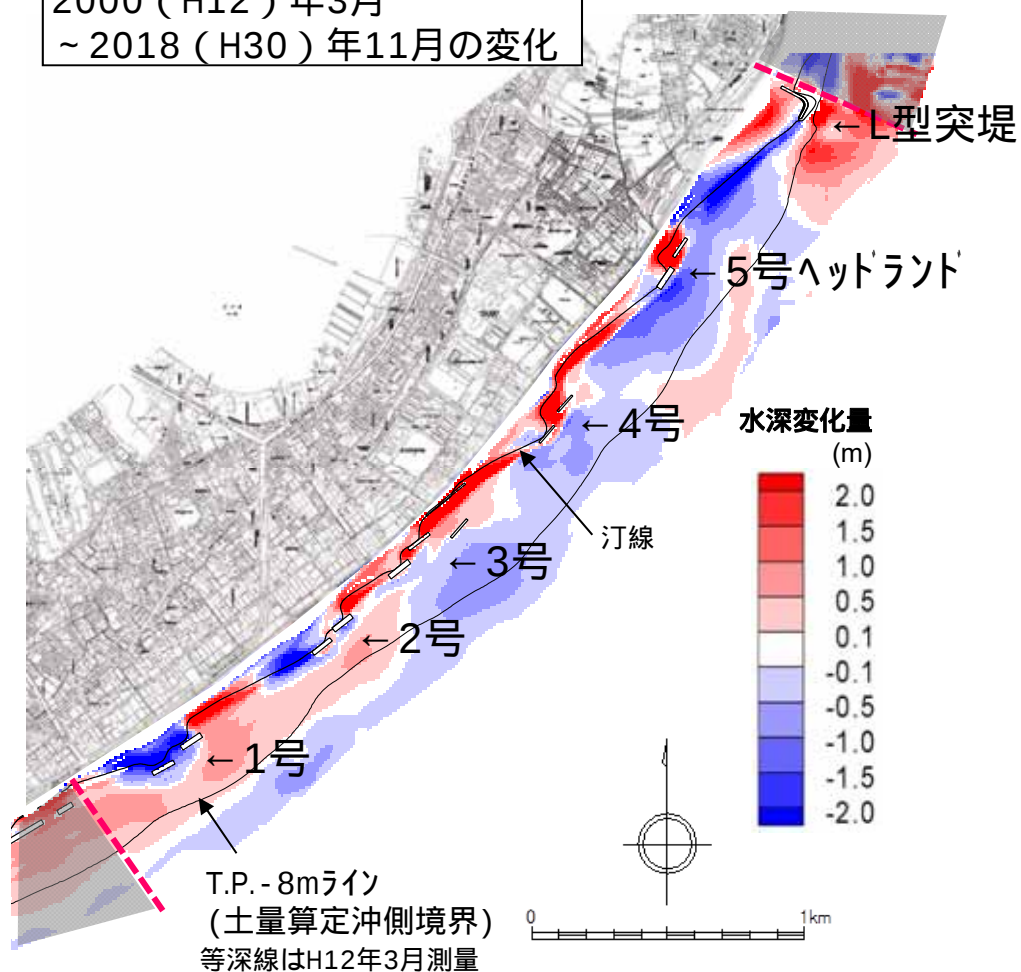
- ・ 1998 ~ 2010年 養浜 (平均約4.5万m³/年)
- ・ 2011年 ~ 計画養浜量 約6万m³/年以上の養浜を実施 (平均約6.7万m³/年)

■ 2000 (H12) 年3月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ 1号ヘッドランド背後、2号ヘッドランド上手、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

【ヘッドランド区間の水深変化図】

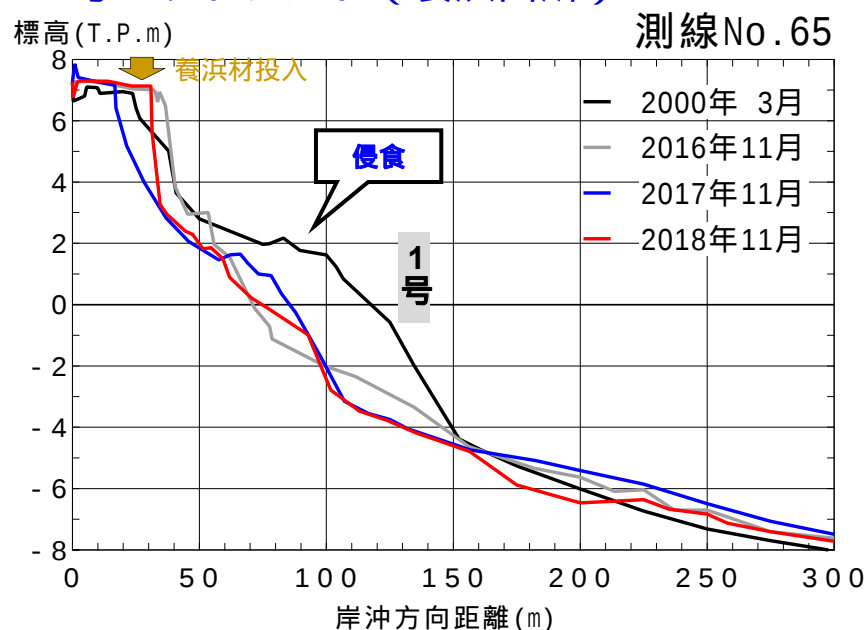
2000 (H12) 年3月
~ 2018 (H30) 年11月の変化



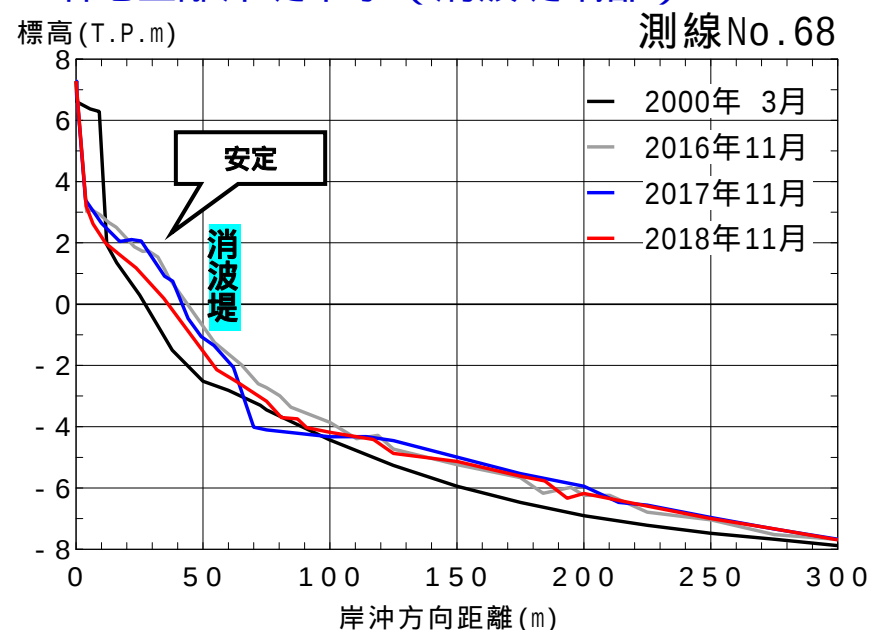
■ 増地区離岸堤 ~ 1号ヘッドランド

- ・ 増地区離岸堤下手の消波堤端部（測線No.68）は安定
- ・ 1号ヘッドランド（測線No.65）はヘッドランド背後に堆積していた土砂が侵食

○ 1号ヘッドランド（養浜箇所）



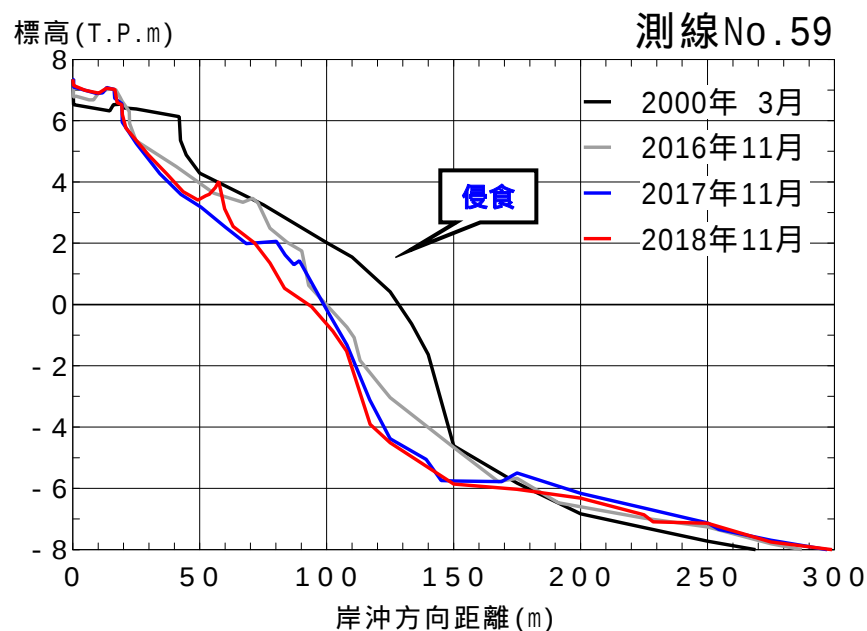
○ 増地区離岸堤下手（消波堤端部）



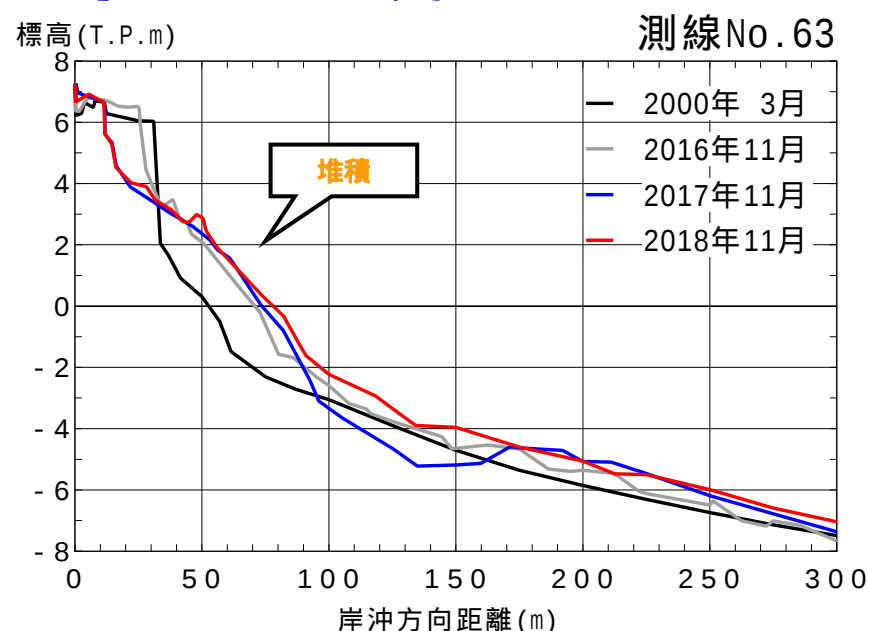
■ 1号～2号ヘッドランド

- ・ 1号ヘッドランド下手（測線No.63）は養浜が寄与し、汀線付近で堆積
- ・ 2号ヘッドランド上手（測線No.59）は汀線付近に堆積していた土砂が侵食

○ 2号ヘッドランド上手



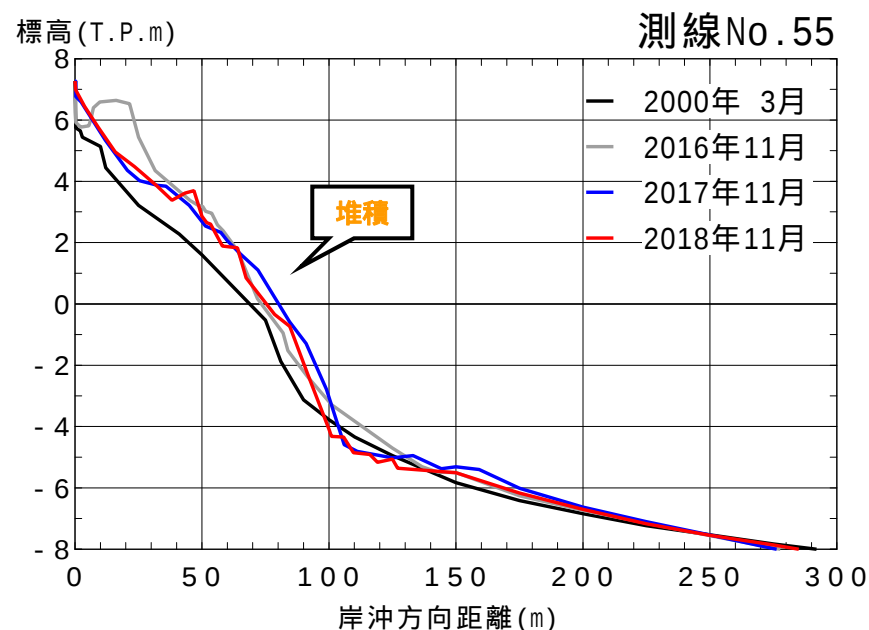
○ 1号ヘッドランド下手



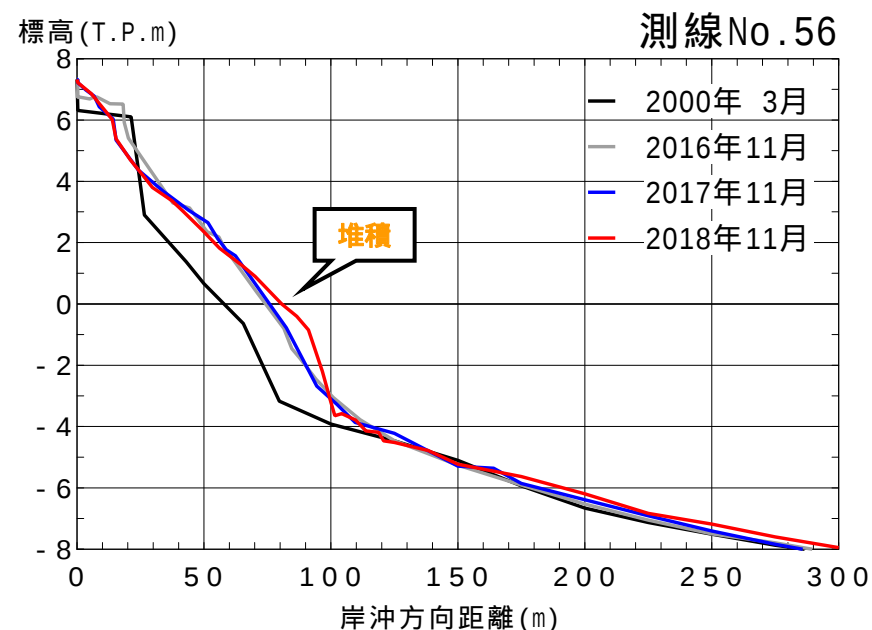
■ 2号～3号ヘッドランド

- ・ 2号ヘッドランド下手（測線No.56）は養浜が寄与し、汀線付近で堆積
- ・ 3号ヘッドランド上手（測線No.55）は養浜が寄与し、汀線付近で堆積

○ 3号ヘッドランド上手



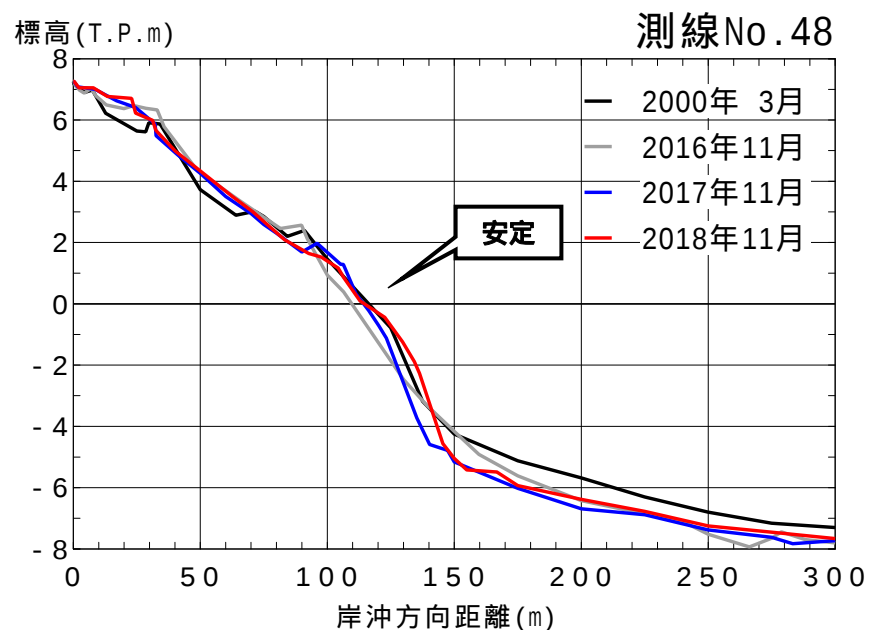
○ 2号ヘッドランド下手



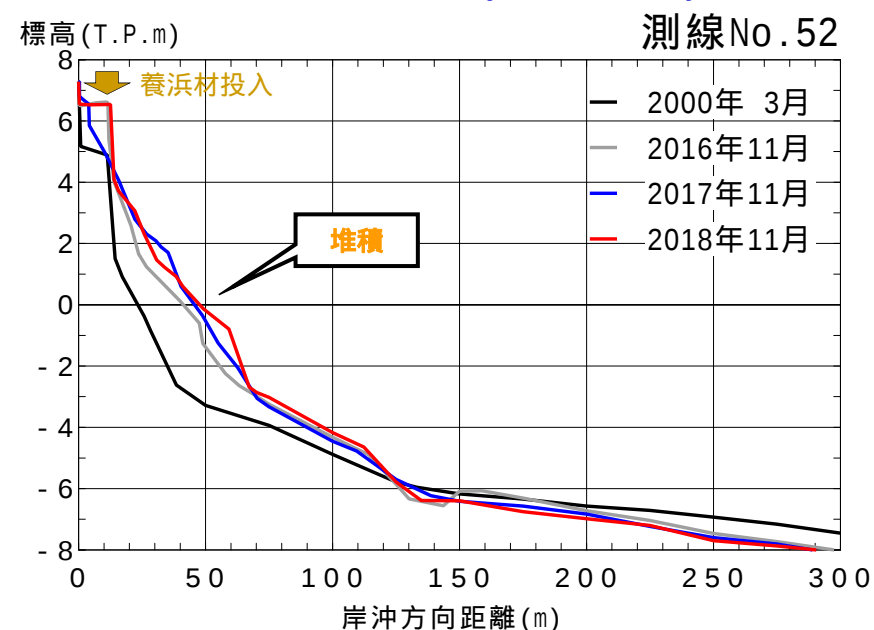
■ 3号～4号ヘッドランド

- ・ 3号ヘッドランド下手（測線No.52）は養浜が寄与し、汀線付近で堆積（必要砂浜幅は不足）
- ・ 4号ヘッドランド上手（測線No.48）は安定

○ 4号ヘッドランド上手



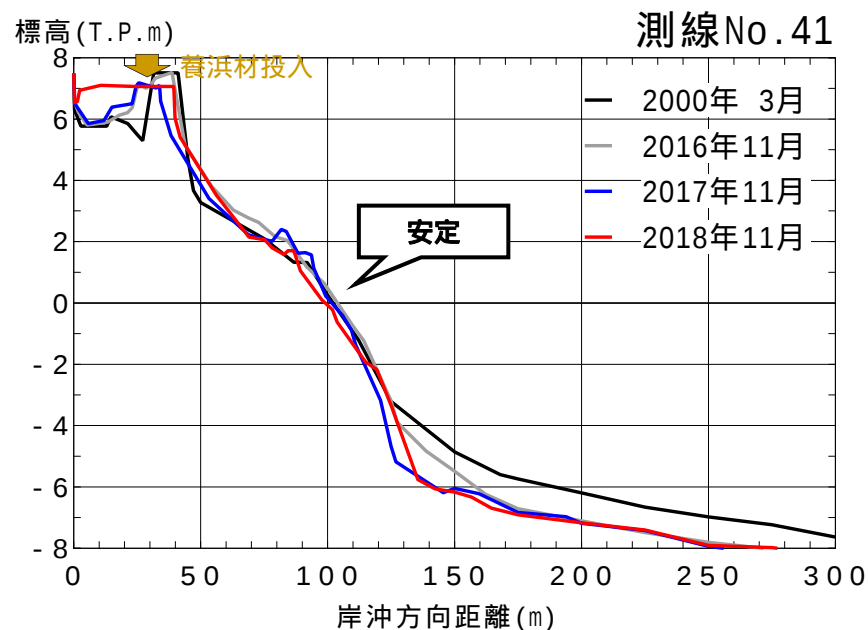
○ 3号ヘッドランド下手（養浜箇所）



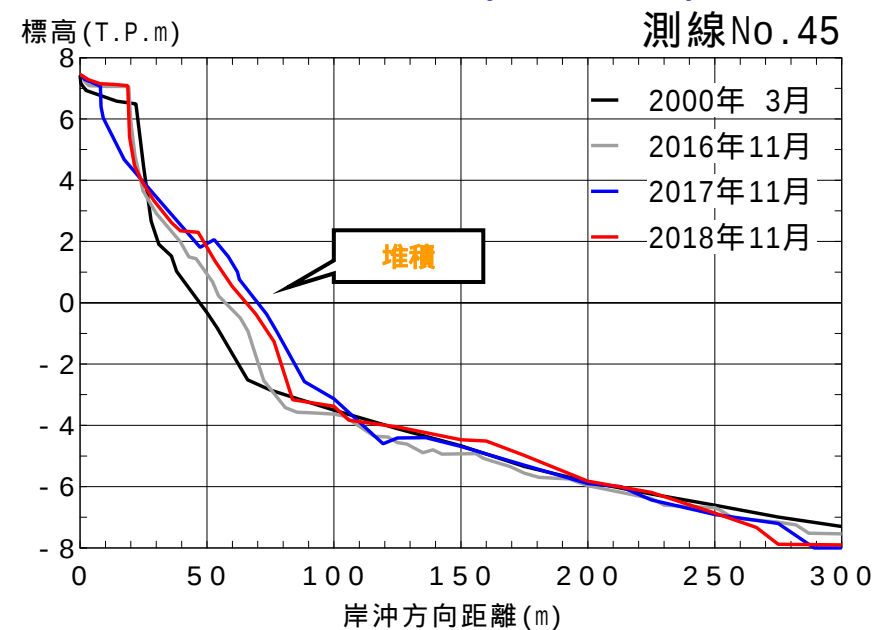
■ 4号～5号ヘッドランド

- ・ 4号ヘッドランド下手（測線No.45）は養浜が寄与し、汀線付近で堆積
- ・ 5号ヘッドランド上手（測線No.41）は養浜が寄与し、汀線付近は安定。T.P. -4m以深で侵食

○ 5号ヘッドランド上手



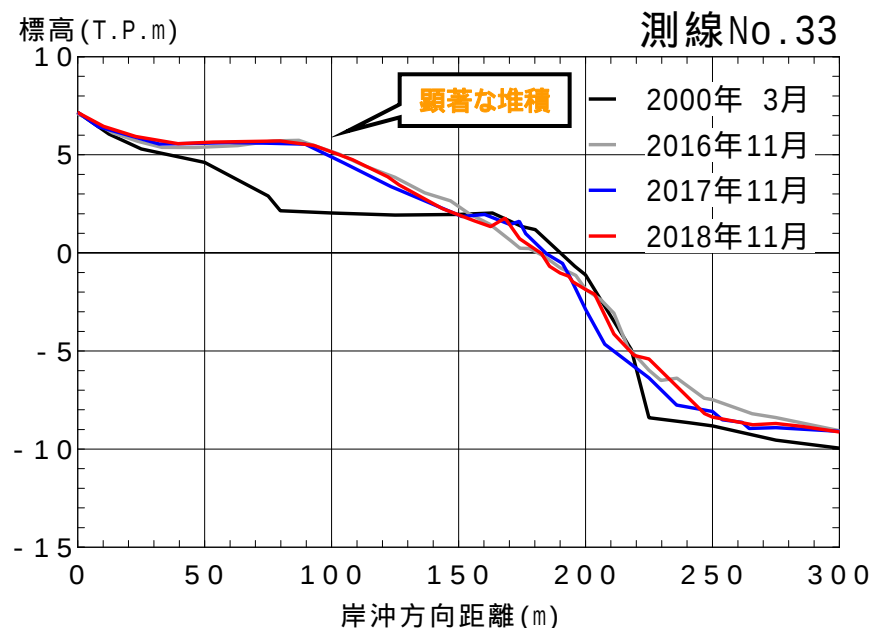
○ 4号ヘッドランド下手（養浜箇所）



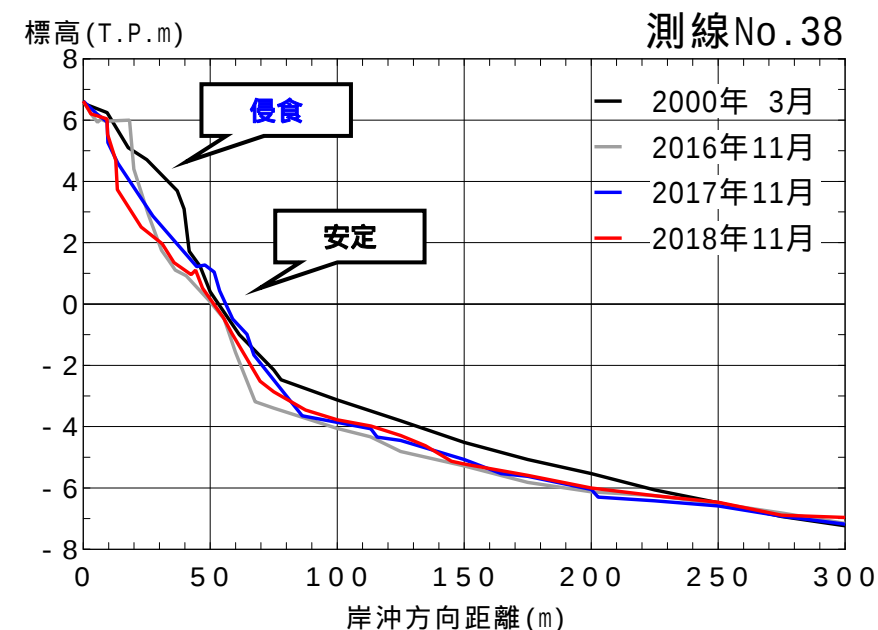
■ 5号ヘッドランド～ L 型突堤

- ・ 5号ヘッドランド下手（測線No.38）は養浜が寄与し、汀線付近は安定。松林前面の盛土部は侵食
- ・ L 型突堤上手（測線No.33）はT.P.+2m以浅で顕著な堆積。最近は安定

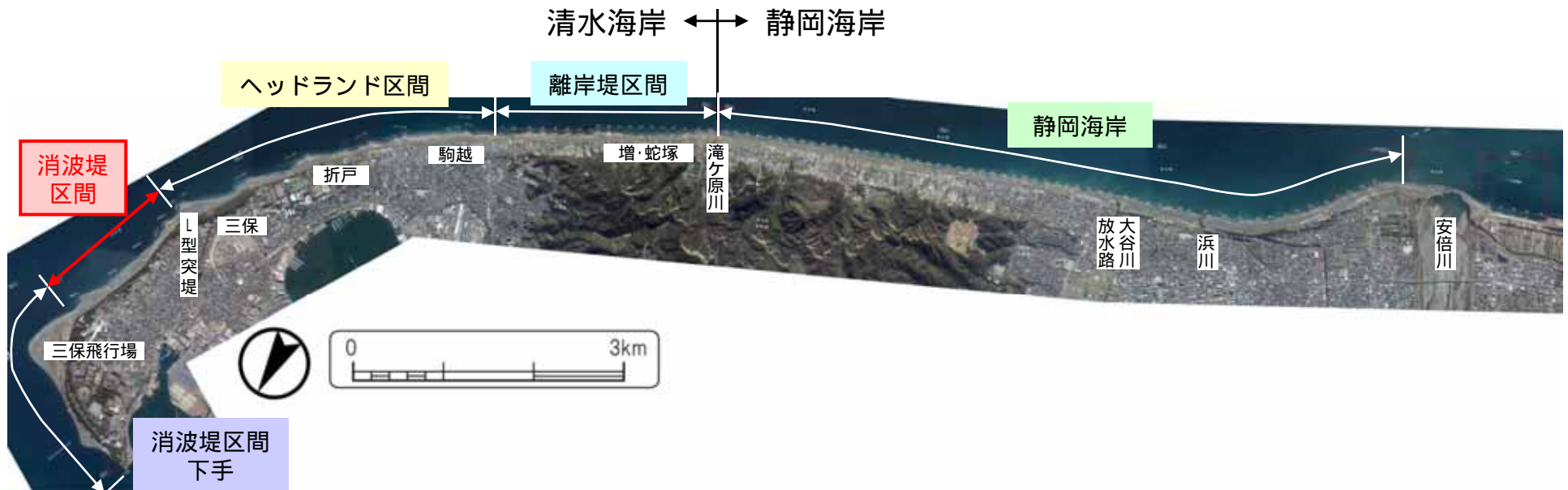
○ L 型突堤上手



○ 5号ヘッドランド下手（養浜箇所）

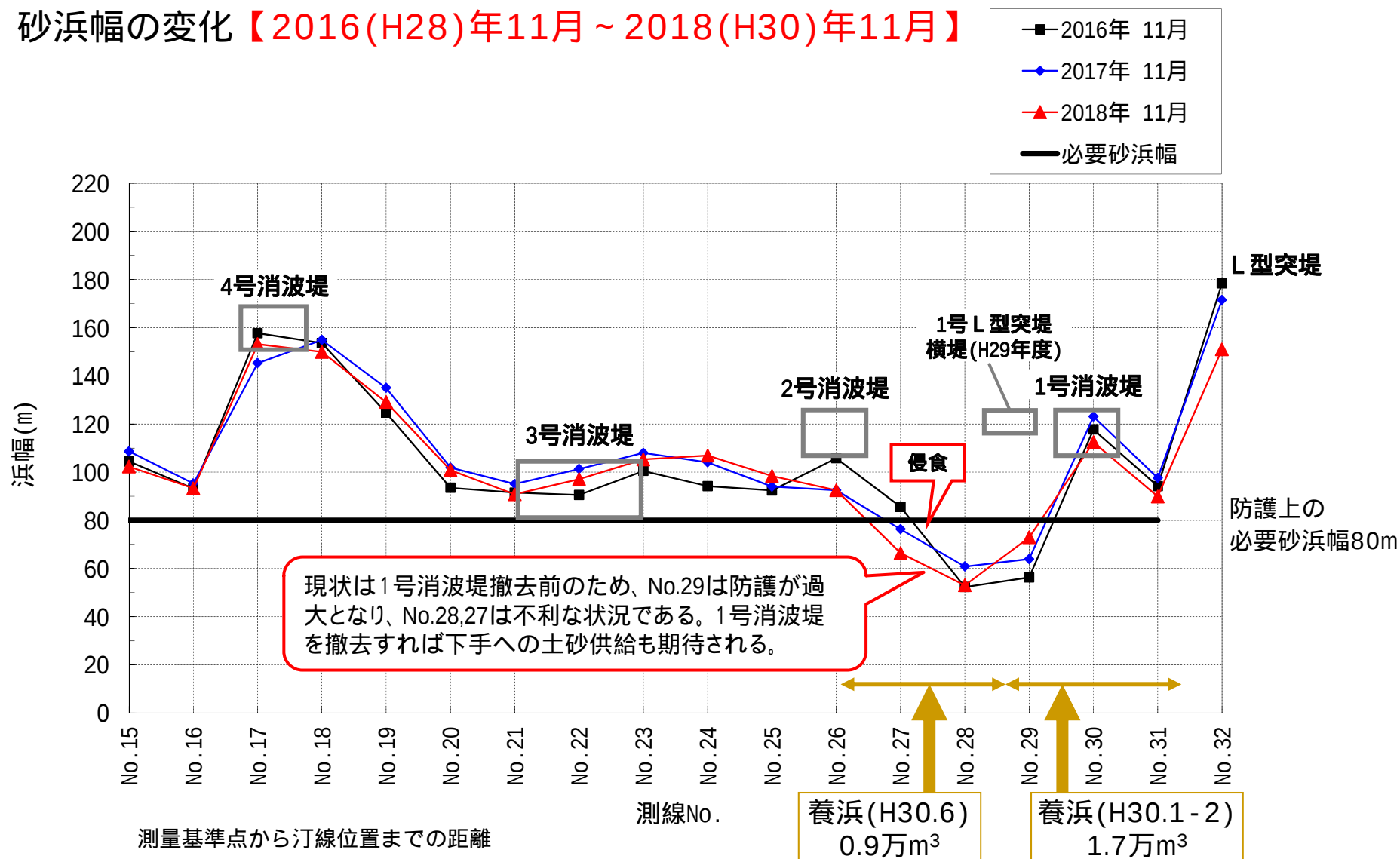


4) 消波堤区間



- ・ 1号L型突堤(工事中)の完成した横堤背後のNo.29は汀線が前進し、下手のNo.28,27は汀線が後退
- ・ 2号～4号消波堤間と最近後退傾向である4号消波堤直下手の汀線は維持

砂浜幅の変化【2016(H28)年11月～2018(H30)年11月】

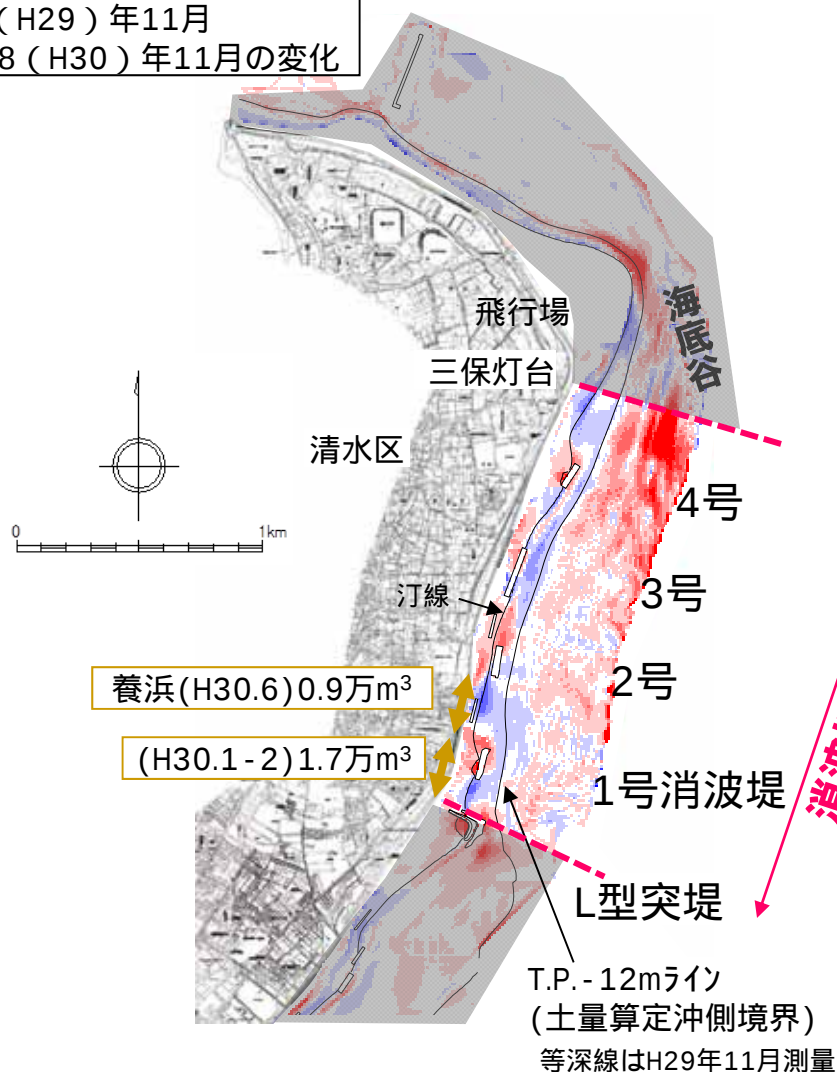


■ 2017 (H29) 年11月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ L 型突堤 ~ 2号消波堤周辺の養浜が寄与し、2号消波堤 ~ 4号消波堤背後で堆積
- ・ 1号 ~ 2号消波堤間および4号消波堤の下手でやや侵食

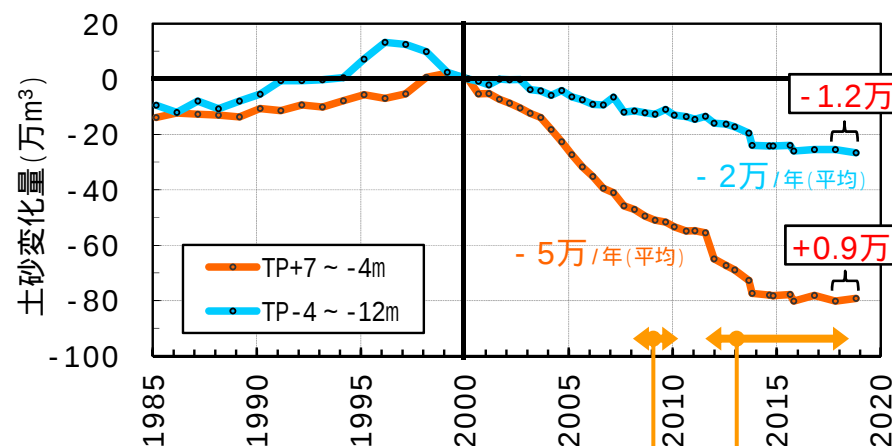
【消波堤区間の水深変化図】

2017 (H29) 年11月
~ 2018 (H30) 年11月の変化



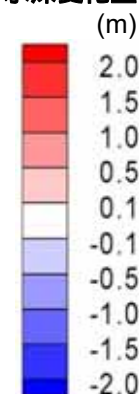
区間土砂量変化 (2000年基準)

数値は2017(H29)年11月 ~
2018(H30)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 約3万m³/年以上の養浜を実施 (平均約2.8万m³/年)

水深変化量

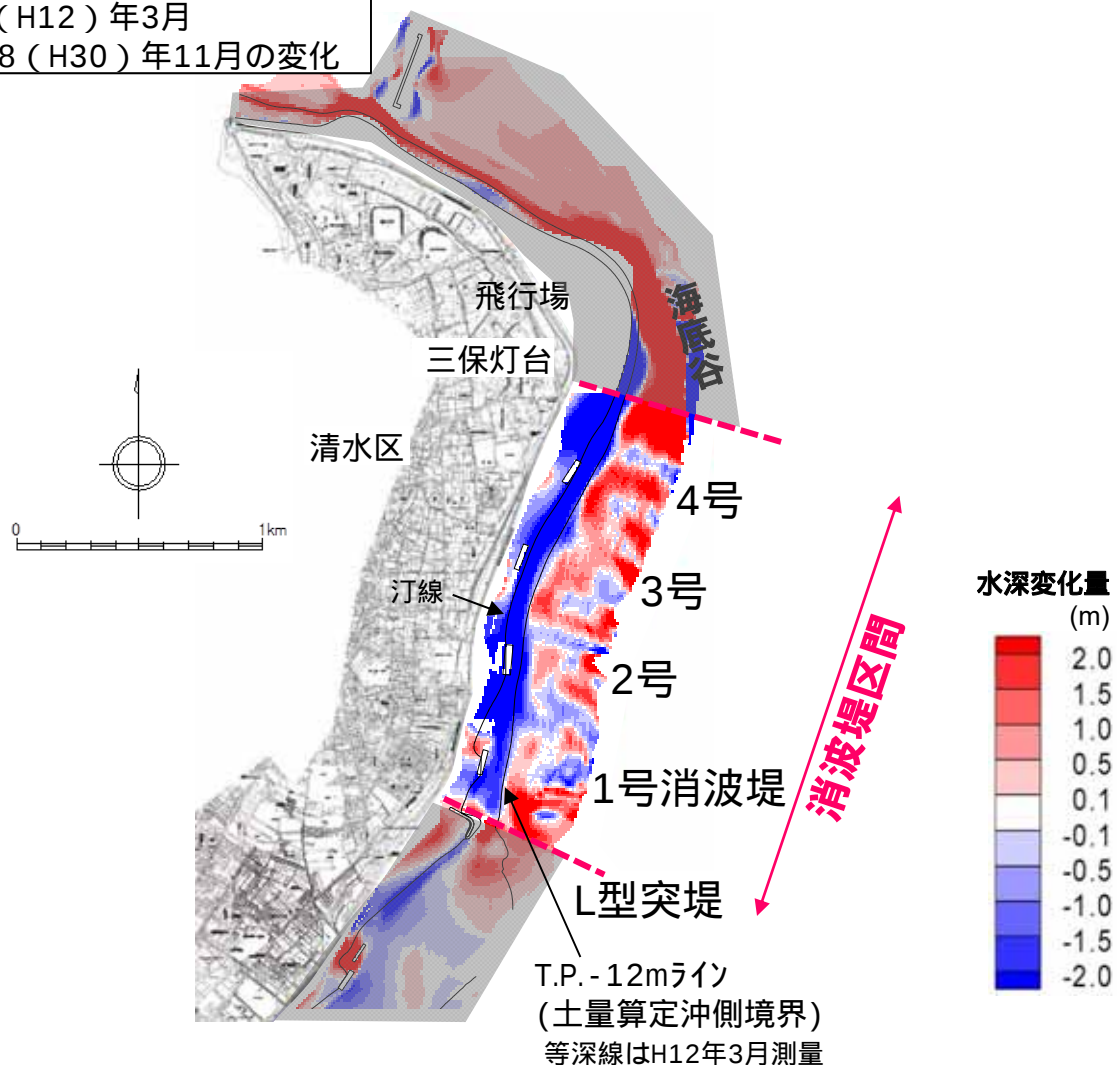


■ 2000 (H12) 年3月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ 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】

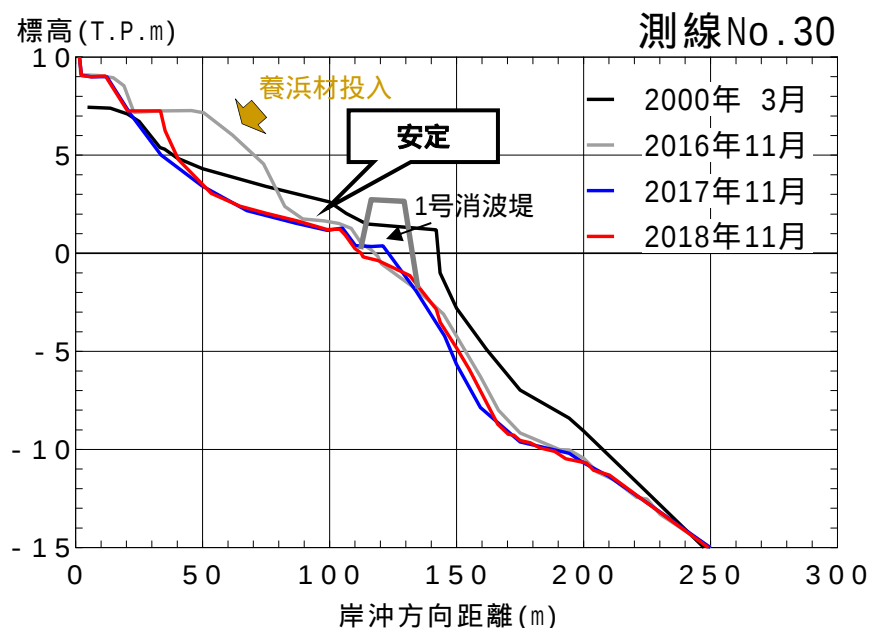
2000 (H12) 年3月
~ 2018 (H30) 年11月の変化



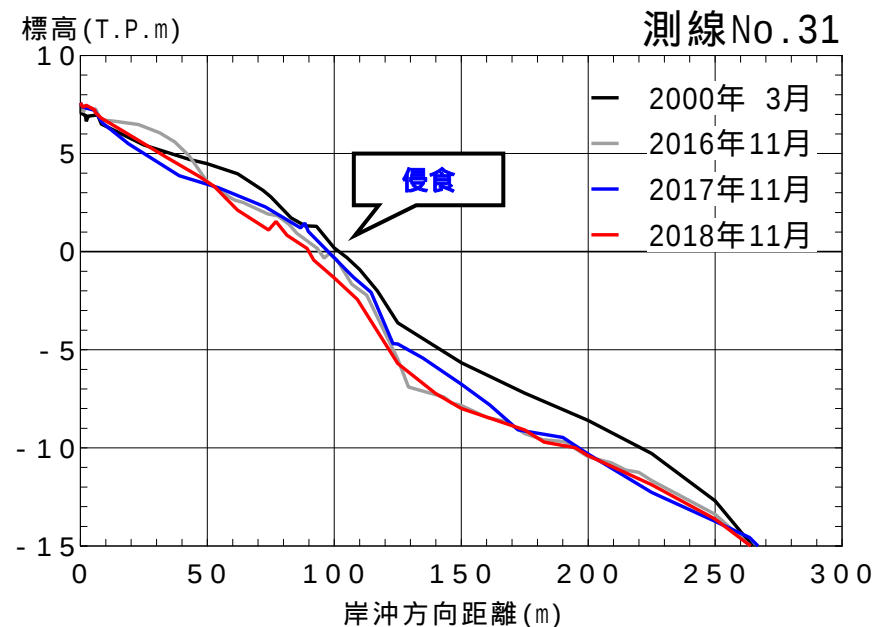
■ 1号消波堤周辺

- ・ 既設 L 型突堤 ~ 1号消波堤間（測線No.31）は景観養浜の2017年流出箇所は安定、T.P.+2m ~ -8mで侵食
- ・ 1号消波堤背後（測線No.30）は景観養浜の2017年流出箇所は安定

○ 1号消波堤



○ 既設 L 型突堤 ~ 1号消波堤間



写真：2018(H30)年12月撮影

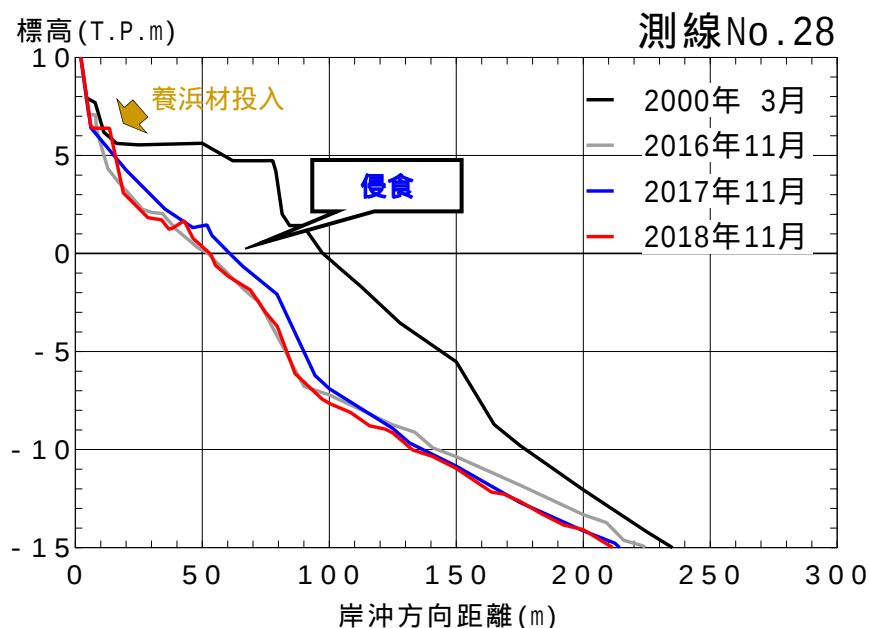
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

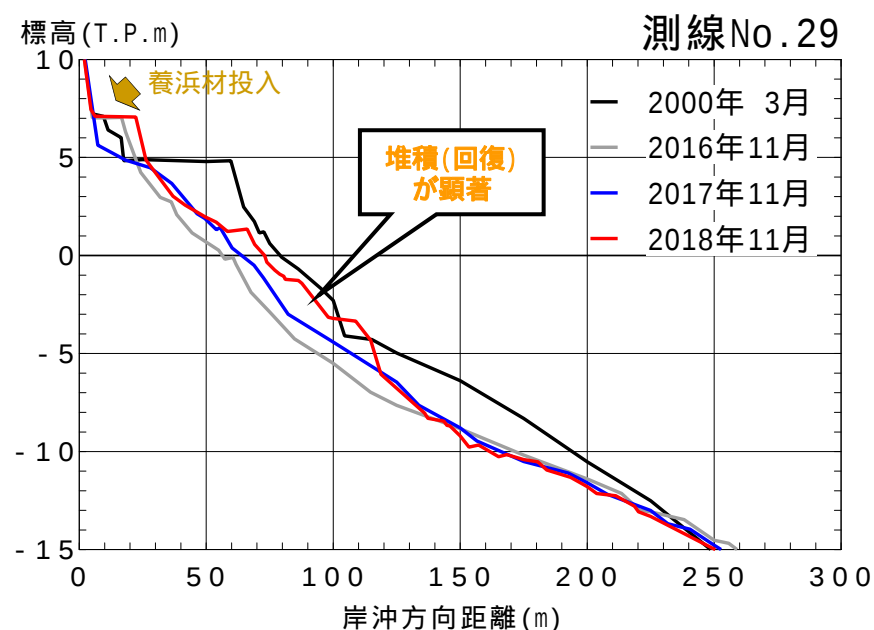
■ 1号消波堤～2号消波堤間

- ・ 1号消波堤下手（測線No.29）は1号L型突堤横堤の効果と養浜の寄与により、T.P.+1m～-6m間で堆積（回復）が顕著
- ・ 1号L型突堤（工事中）の下手（測線No.28）は2017年の堆積箇所が全体的に侵食

○ 1号消波堤～2号消波堤間



○ 1号消波堤下手



写真：2018(H30)年12月撮影

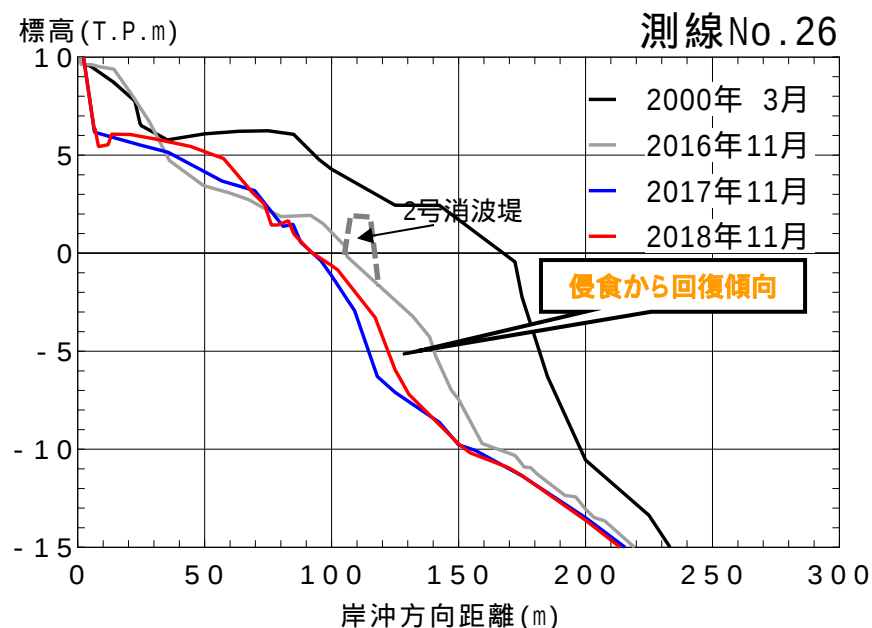
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

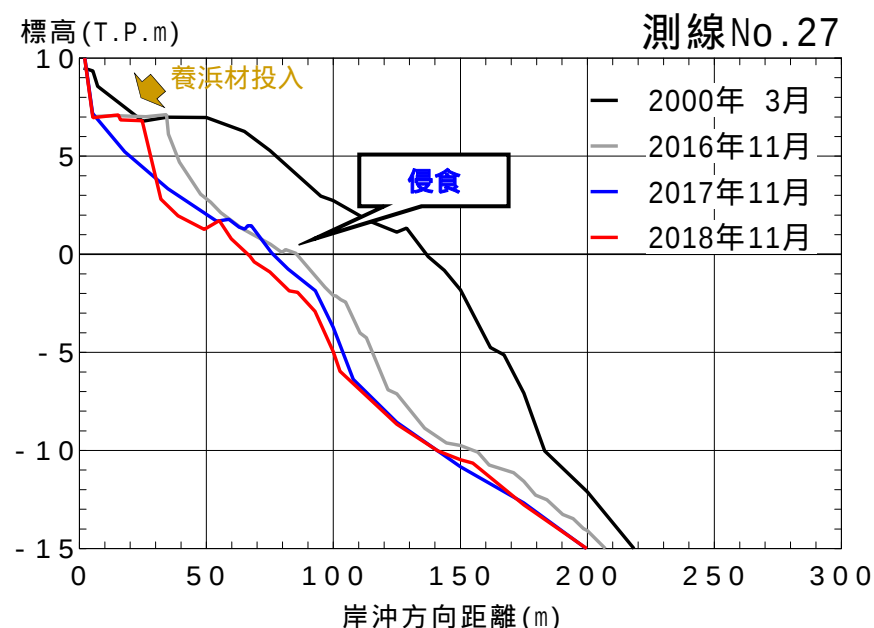
■ 2号消波堤周辺

- ・ 2号消波堤上手（測線No.27）は盛土養浜土砂が流出。T.P.+1m ~ -7m間で侵食
- ・ 2号消波堤設置箇所（測線No.26）は2017年消波堤被災箇所の水中部が回復傾向

○ 2号消波堤



○ 2号消波堤上手



写真：2018(H30)年12月撮影

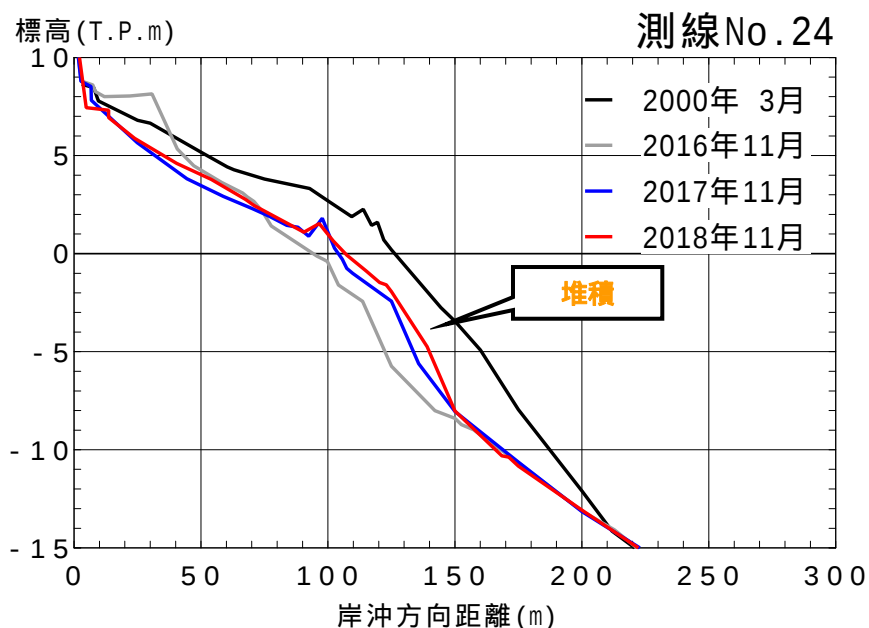
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

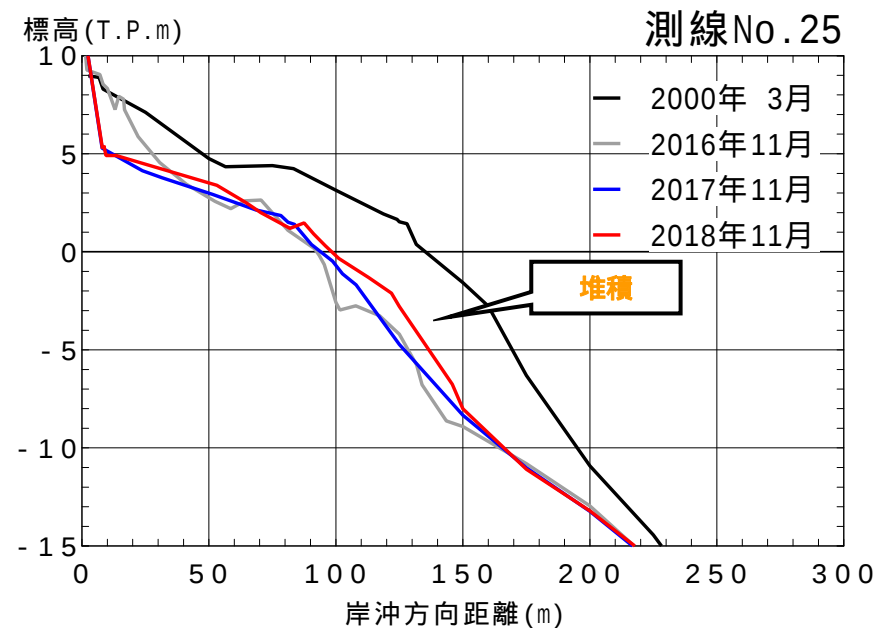
■ 2号消波堤 ~ 3号消波堤間

- ・ 2号消波堤下手（測線No.25）はT.P.+1m ~ -8m間で堆積
- ・ 2号消波堤 ~ 3号消波堤間（測線No.24）はT.P.+1m ~ -8m間で堆積

○ 2号消波堤 ~ 3号消波堤間



○ 2号消波堤下手



写真：2018(H30)年12月撮影

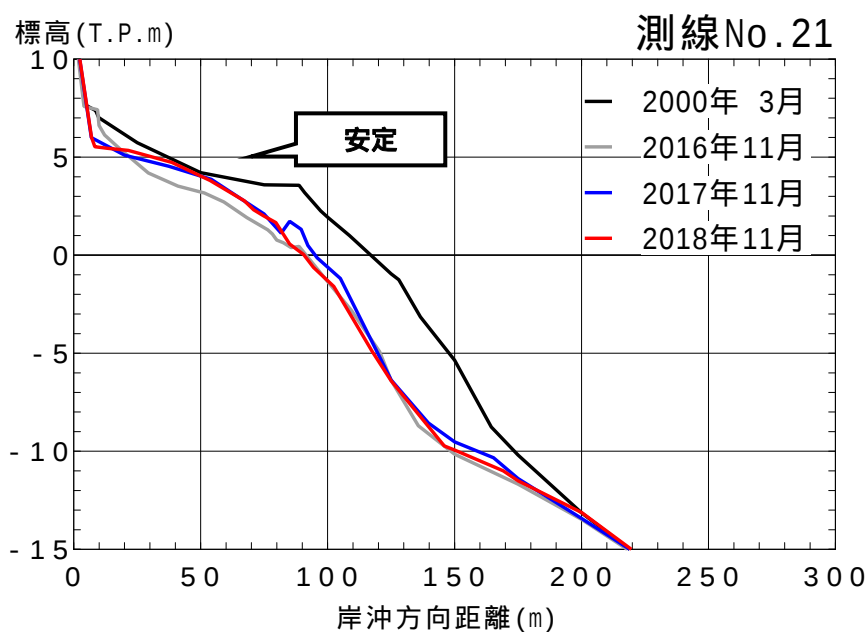
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

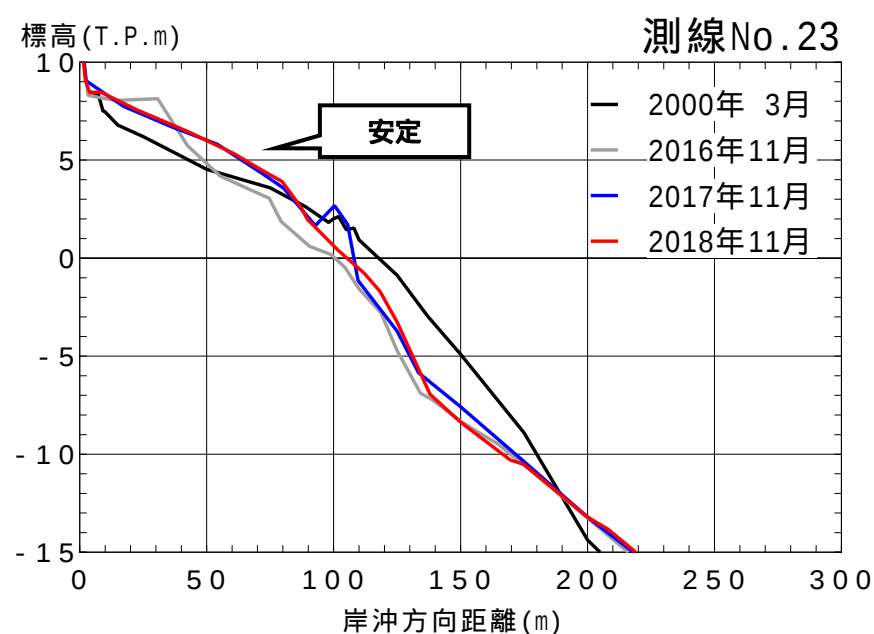
■ 3号消波堤周辺

- ・ 3号消波堤周辺（測線No.23およびNo.21）は消波堤背後は安定

○ 3号消波堤下手



○ 3号消波堤上手



写真：2018(H30)年12月撮影

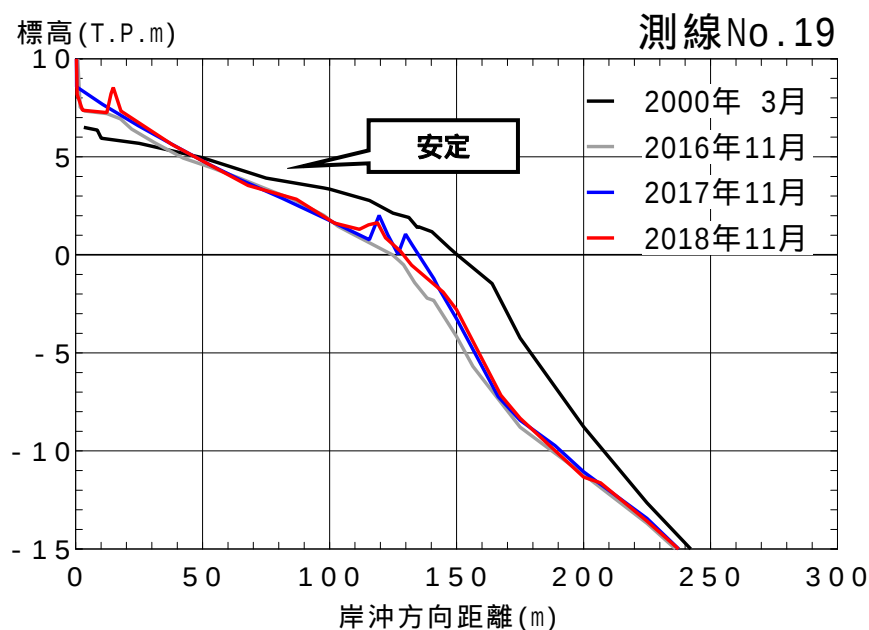
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

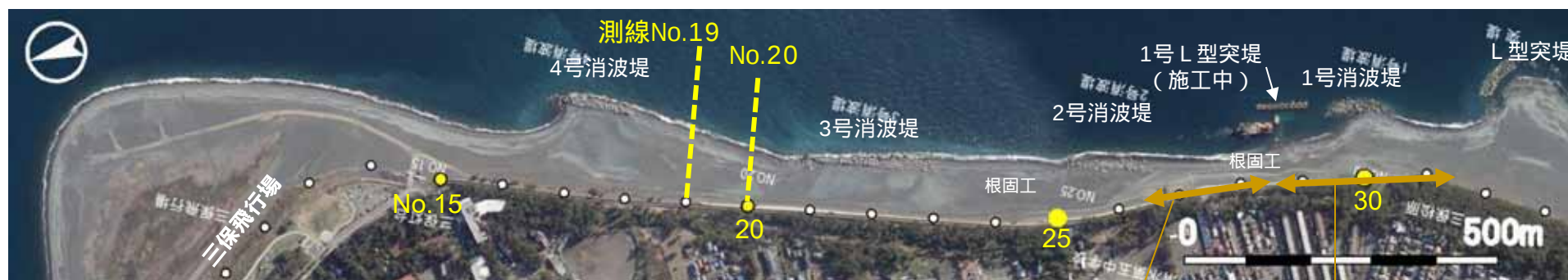
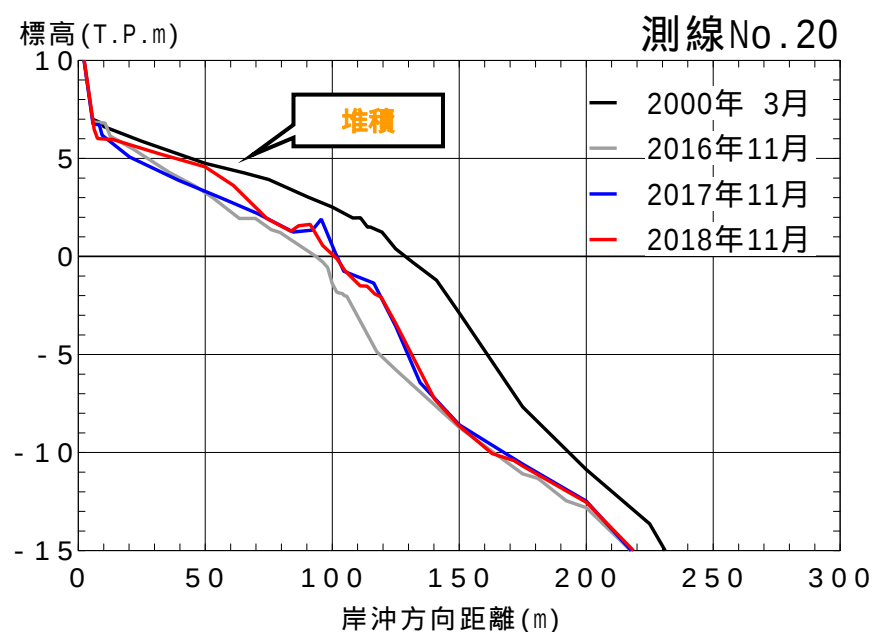
■ 3号消波堤 ~ 4号消波堤間

- ・ 3号消波堤 ~ 4号消波堤間（測線No.20）はT.P.+6m ~ +2m間で堆積
- ・ 3号消波堤 ~ 4号消波堤間（測線No.19）は安定

○ 3号消波堤 ~ 4号消波堤間



○ 3号消波堤 ~ 4号消波堤間



写真：2018(H30)年12月撮影

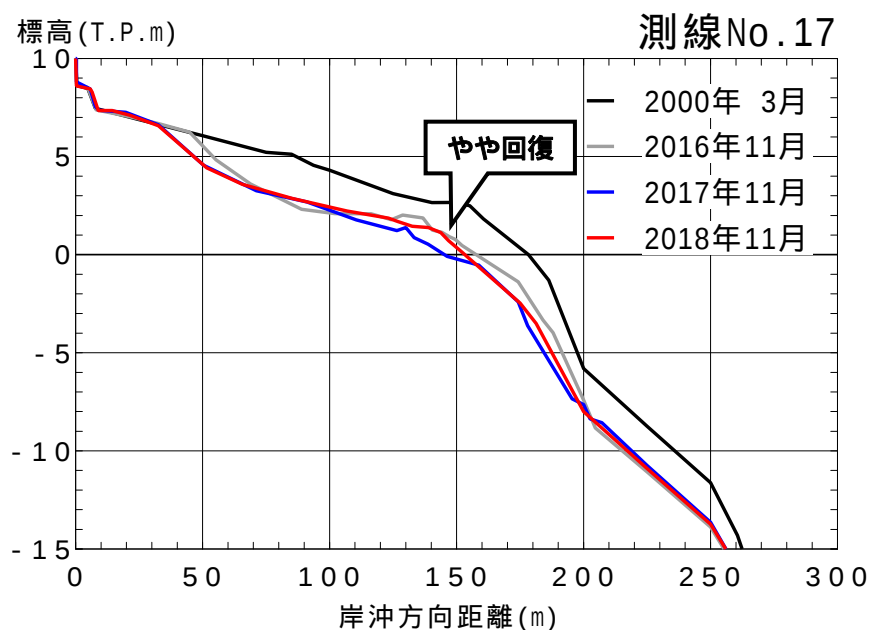
養浜(H30.6)0.9万 m^3

(H30.1-2)1.7万 m^3

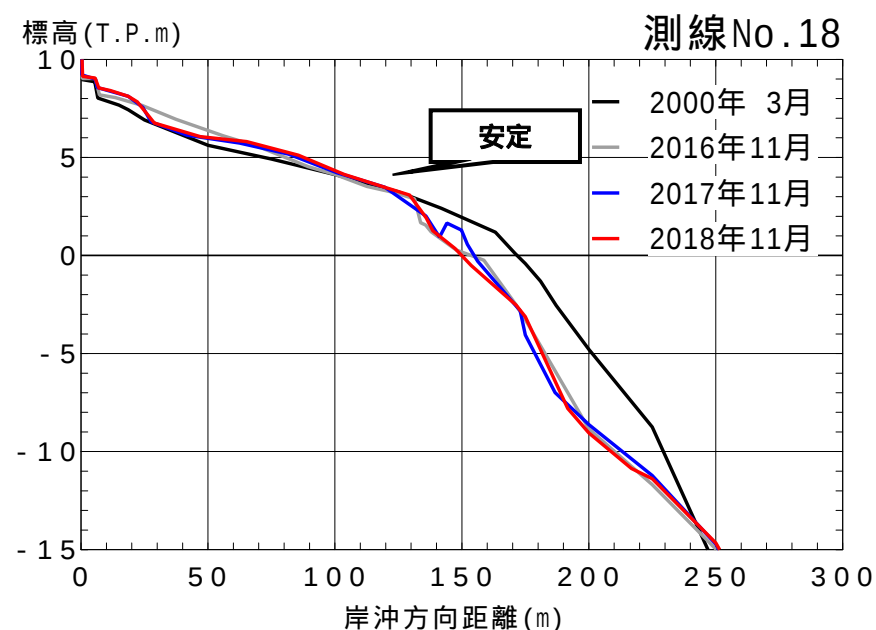
■ 4号消波堤周辺 (2013年台風時の前面侵食により4号消波堤が沈下、その後2014年10月までに嵩上げ復旧)

- ・ 4号消波堤上手 (測線No.18) は安定している
- ・ 4号消波堤下手 (測線No.17) は2017年にT.P.+6 ~ -8mの範囲で侵食し、やや回復

○ 4号消波堤下手



○ 4号消波堤上手



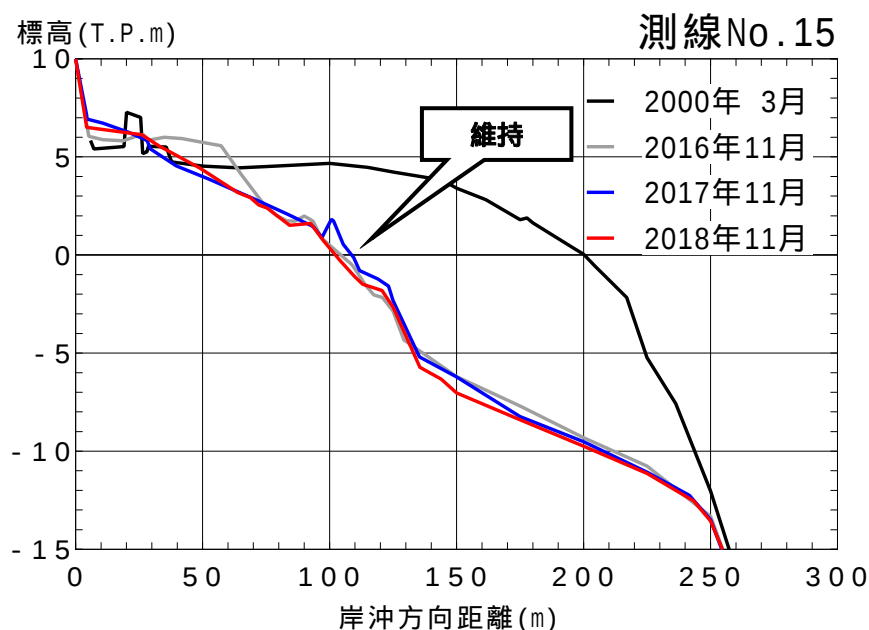
写真：2018(H30)年12月撮影

養浜(H30.6)0.9万 m^3

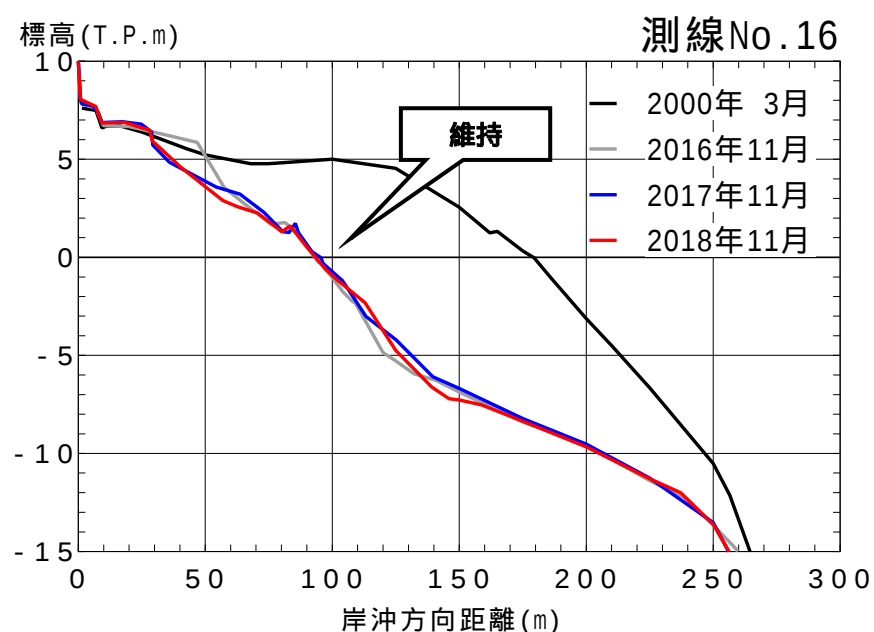
(H30.1-2)1.7万 m^3

- 4号消波堤下手 (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号消波堤下手 (測線No.16,15) は、2017年にT.P.+6m ~ +3.5mの範囲が侵食。汀線は維持されている

○ 4号消波堤下手



○ 4号消波堤下手

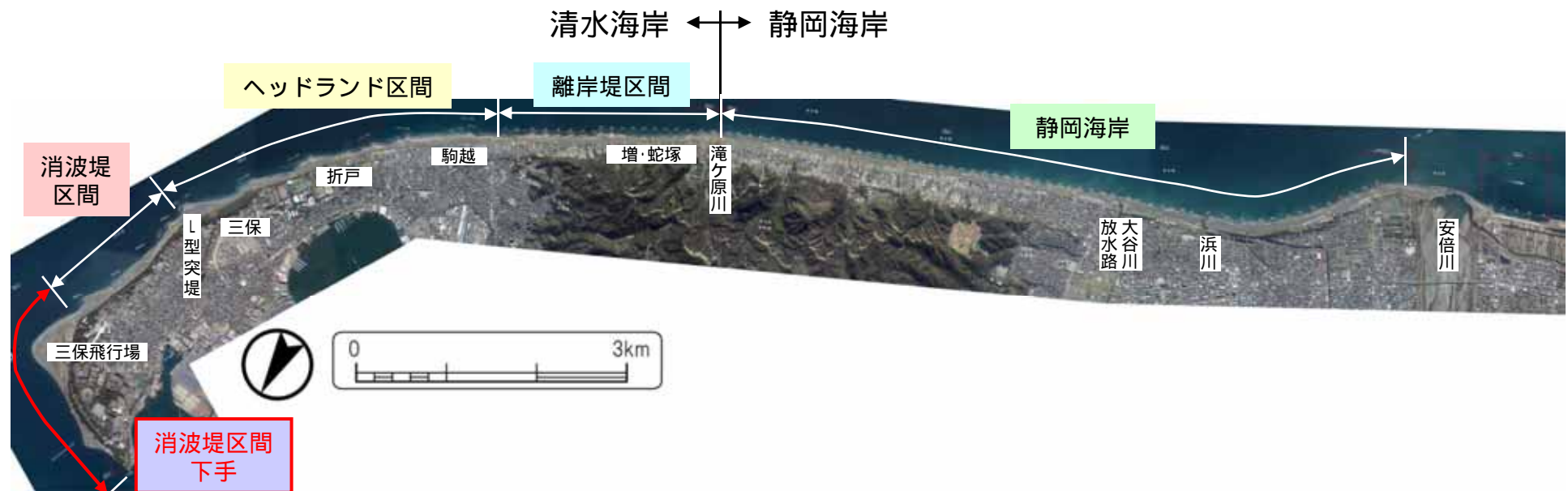


写真：2018(H30)年12月撮影

養浜(H30.6)0.9万 m^3

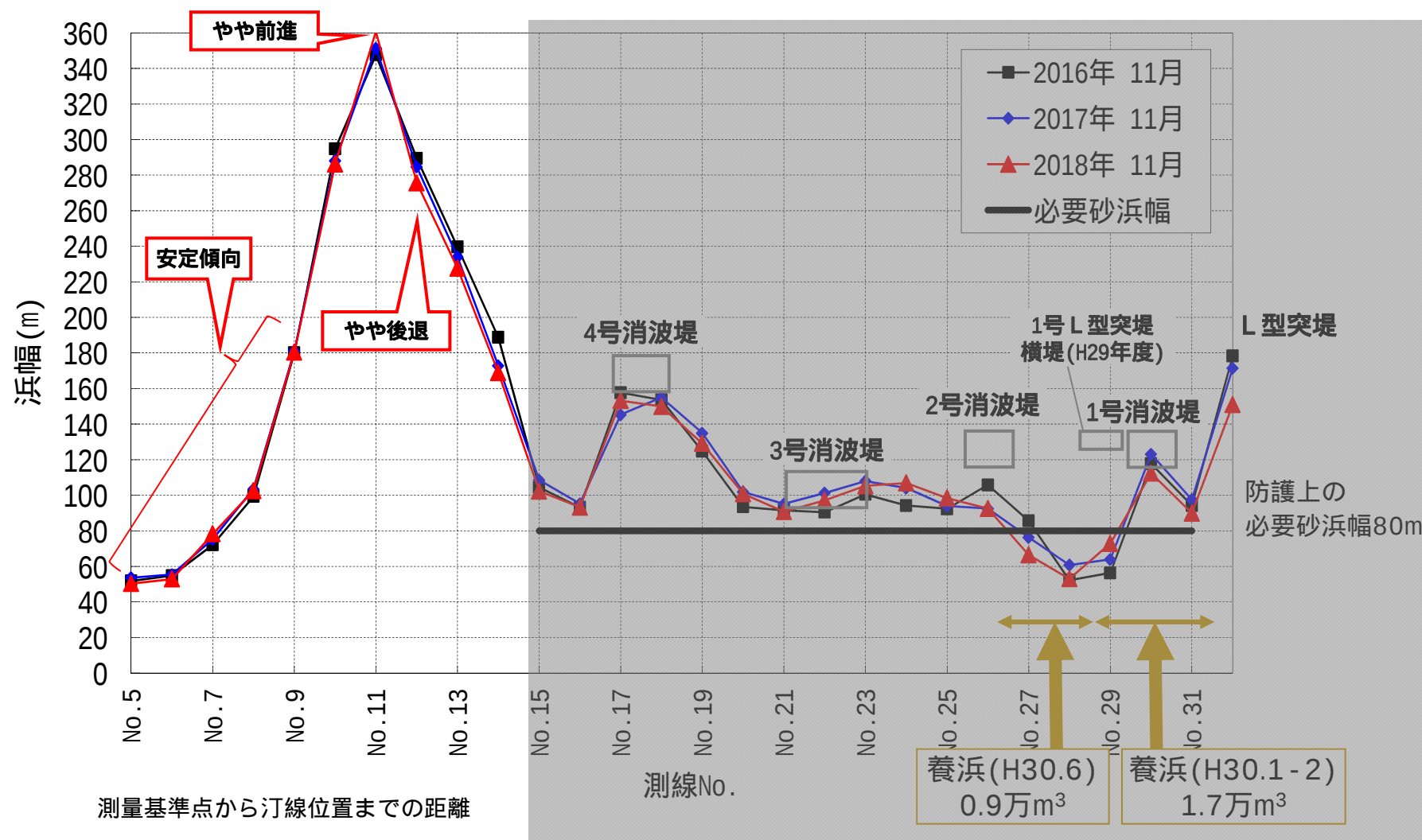
(H30.1-2)1.7万 m^3

5) 消波堤区間下手



- ・ 三保飛行場周辺は測線No.13～12の汀線がやや後退
- ・ 測線No.9より下手は安定

砂浜幅の変化【2016(H28)年11月～2018(H30)年11月】



■ 2017 (H29) 年11月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ 三保灯台 ~ 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
- ・ 飛行場沖側 (T.P.-12m以深) の堆積が進行

【消波堤区間下手の水深変化図】

2017 (H29) 年11月
~ 2018 (H30) 年11月の変化

T.P.-12mライン
(土量算定沖側境界)
等深線はH29年11月測量

汀線

清水港防波堤

飛行場沖側の
堆積が進行

消波堤区間下手

海底谷

飛行場
三保灯台

清水区

4号

3号

2号

1号消波堤

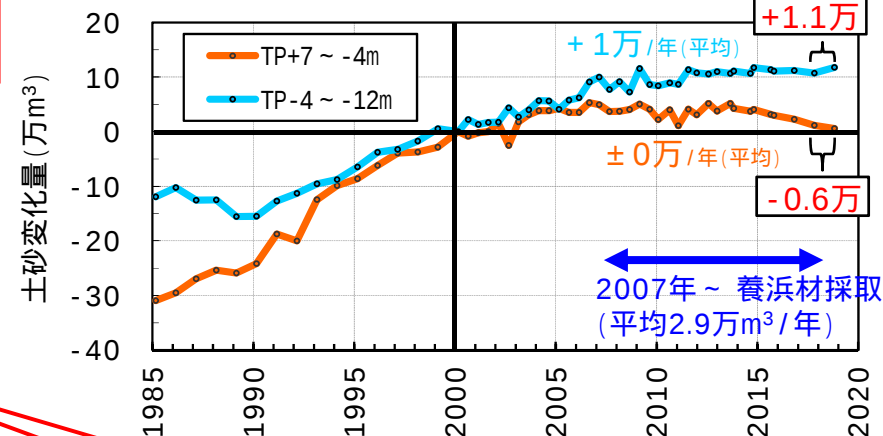
L型突堤

養浜(H30.6)0.9万m³

(H30.1-2)1.7万m³

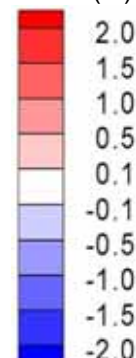
区間土砂量変化 (2000年基準)

数値は2017(H29)年11月 ~
2018(H30)年11月の土砂変化量(m³)



汀線近傍 ~ T.P.-12m
の範囲で侵食

水深変化量
(m)



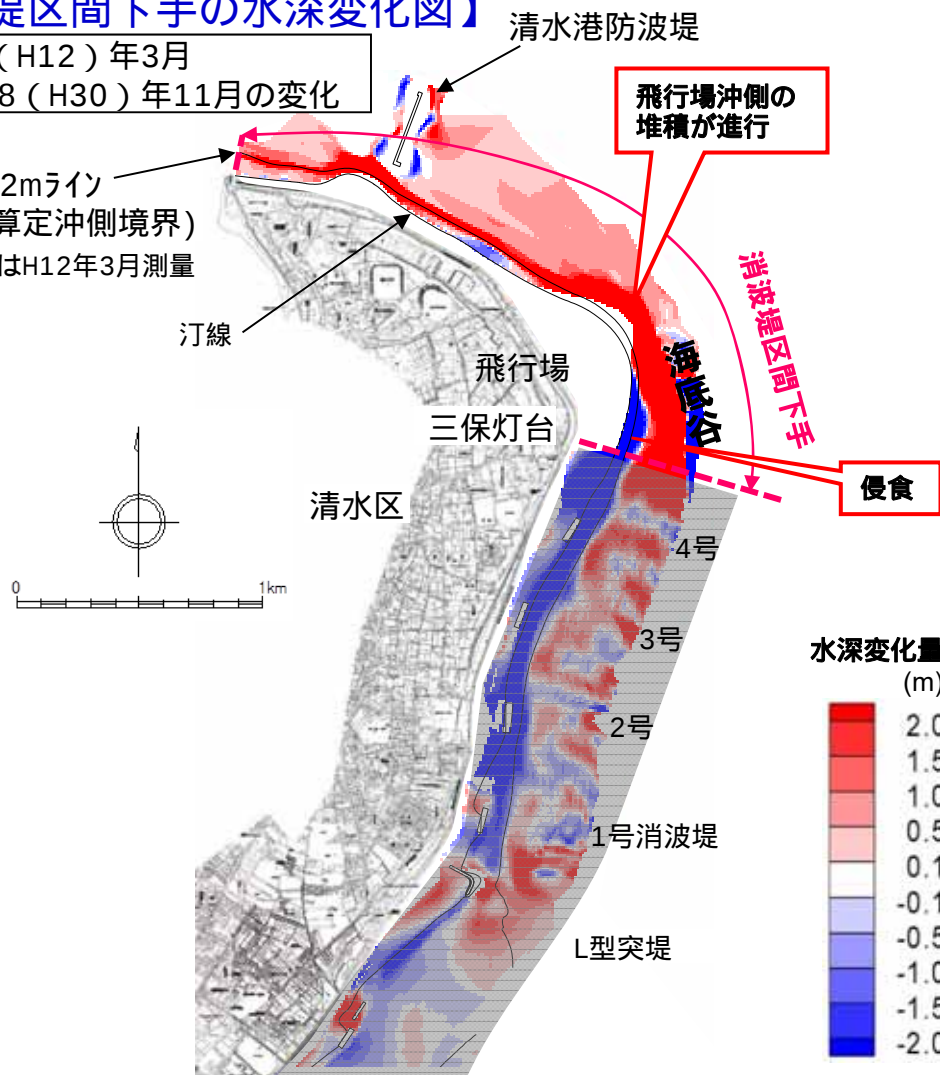
■ 2000 (H12) 年3月 ~ 2018 (H30) 年11月の変化

- ・ 三保灯台 ~ 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
- ・ 飛行場沖側の堆積が進行、飛行場下手も堆積傾向

【消波堤区間下手の水深変化図】

2000 (H12) 年3月
~ 2018 (H30) 年11月の変化

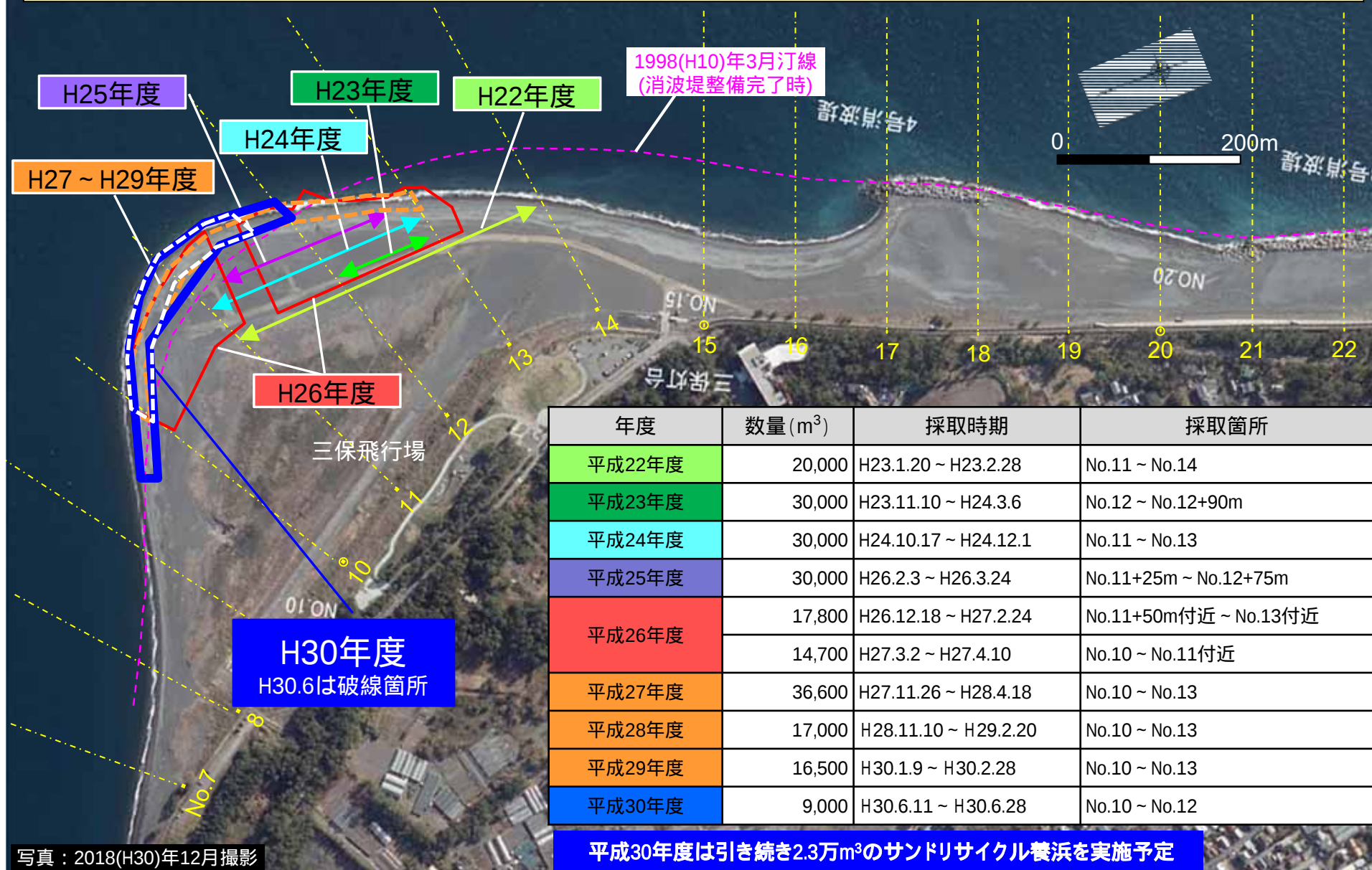
T.P.-12mライン
(土量算定沖側境界)
等深線はH12年3月測量



平成30年度のサンドリサイクル養浜材採取箇所

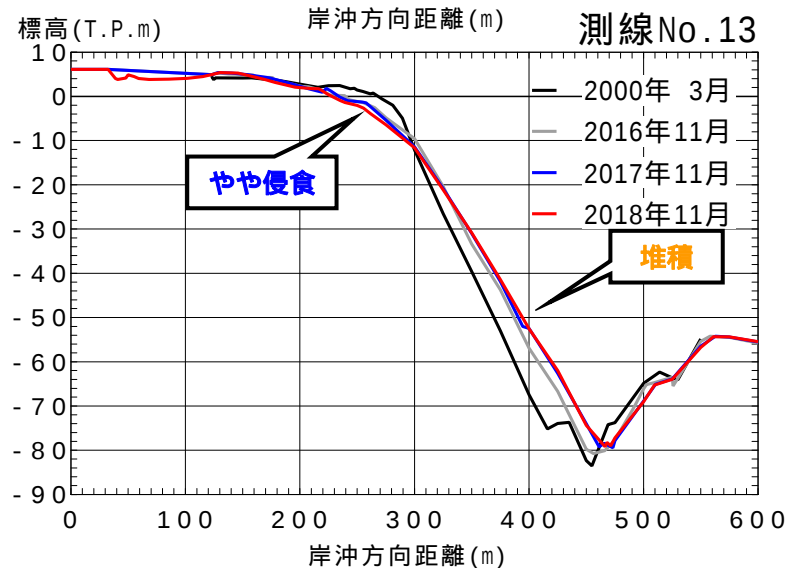
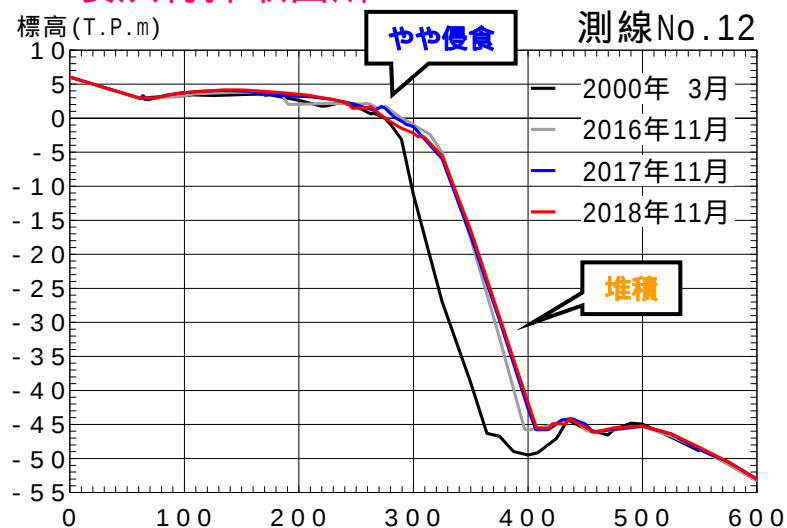
57

- ・ 2010(H22)年度以降の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

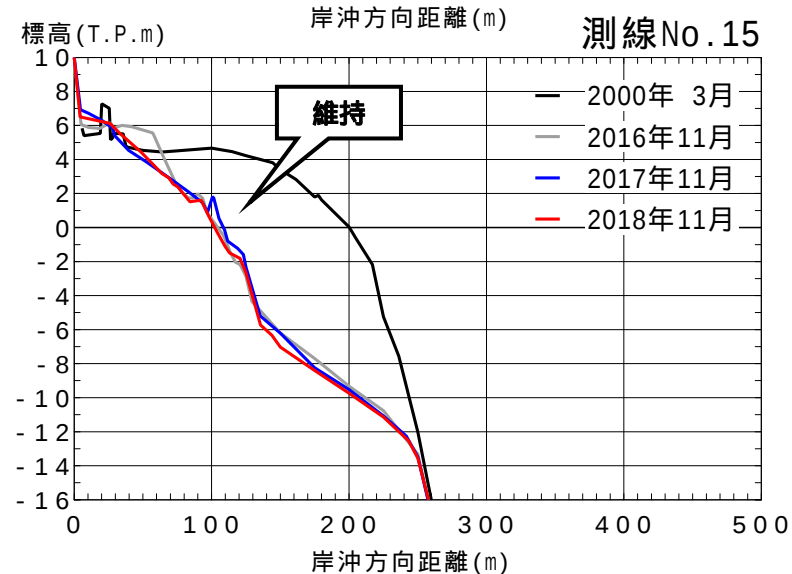
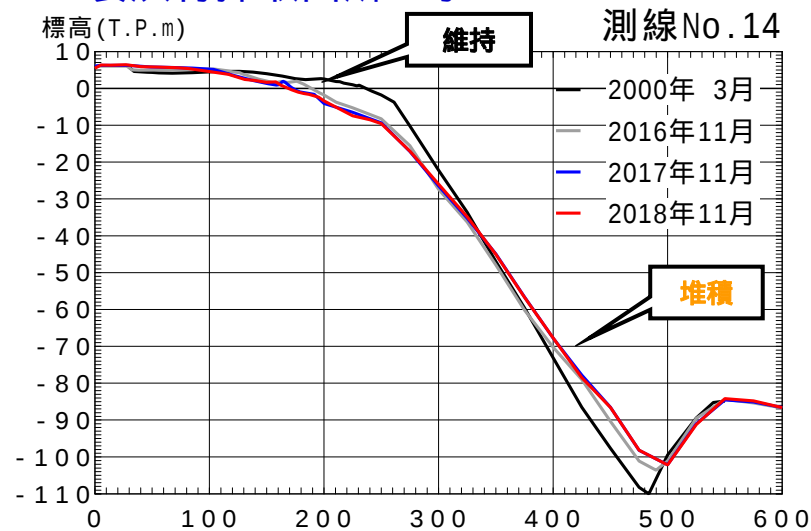


- ・ 養浜材採取箇所上手（測線No.14）はT.P. -12m以浅の範囲は安定、-25m以深は落ち込み土砂により堆積
- ・ 養浜材採取箇所（測線No.13）は汀線付近～-12mの範囲でやや侵食、-25m以深は落ち込み土砂により堆積
- ・ 養浜材採取箇所（測線No.12）はT.P.+2～-6mの範囲でやや侵食、-15m以深は落ち込み土砂により堆積

○ 養浜材採取箇所

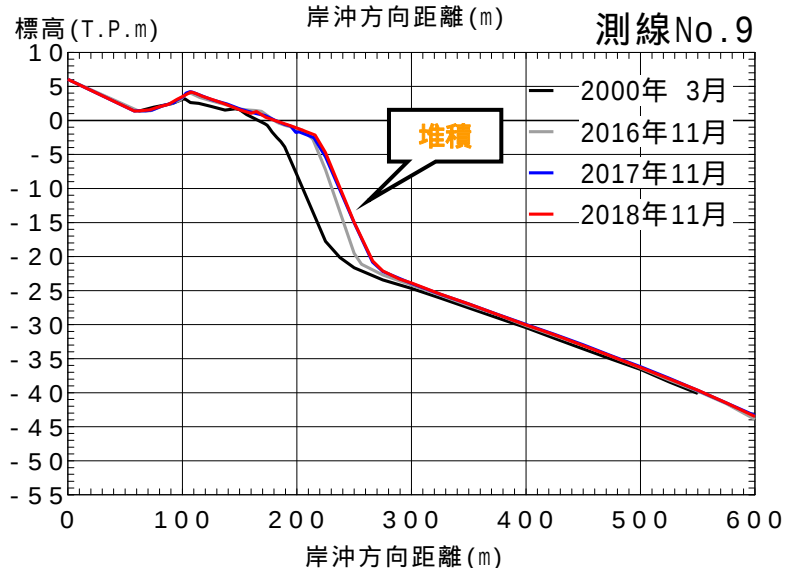
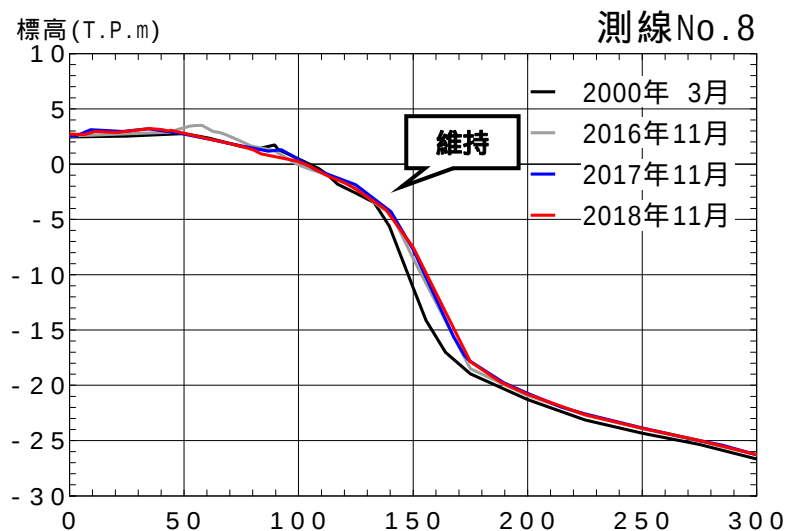


○ 養浜材採取箇所上手

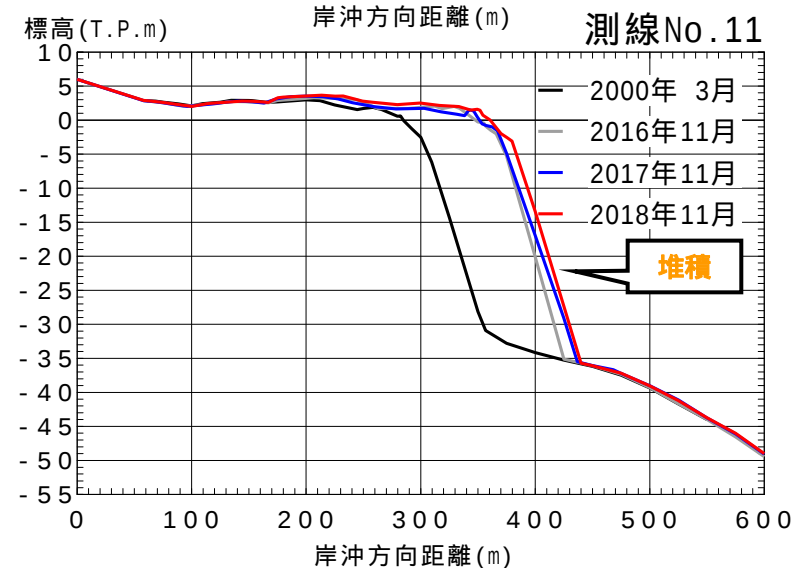
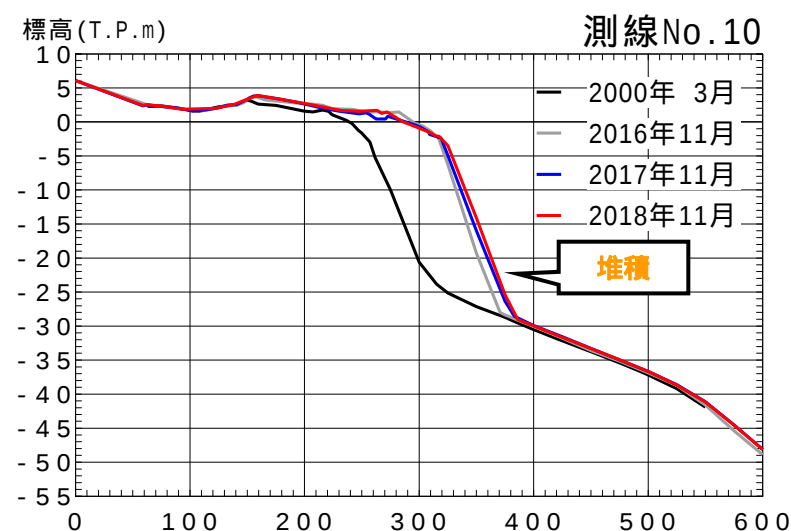


- ・ 養浜材採取箇所（測線No.11）はT.P. - 3m以深で一様に堆積
- ・ 養浜材採取箇所（測線No.10）および養浜材採取箇所下手（測線No.9）はT.P. - 2.5m以深で一様に堆積
- ・ 養浜材採取箇所下手（測線No.8）は変化なし

○ 養浜材採取箇所下手



○ 養浜材採取箇所



全体概況

- 平成30年台風24号通過時に高波浪が来襲したが、養浜の効果もあり全域で汀線位置は維持（平成29年台風による侵食箇所は養浜実施等により地形回復がややみられるが侵食前までの回復には至っていない）

離岸堤区間（静岡・清水海岸）

- サンドボディの進行とこれまでの養浜の効果により、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

- 1号ヘッドランド背後、2号・5号ヘッドランド下手でやや侵食、全体的には堆積
- 3号・5号ヘッドランド下手は必要砂浜幅60m未確保

消波堤区間

- 1号L型突堤（工事中）下手～2号消波堤間と4号消波堤下手でやや侵食
- 1号L型突堤の完成した横堤背後で顕著な砂浜回復が見られるが、1号L型突堤下手～2号消波堤間は必要砂浜幅80m未確保

消波堤区間下手

- 汀線部は概ね安定（一部でやや侵食（浚渫箇所の未回復））、水中部への土砂の落ち込みが進行



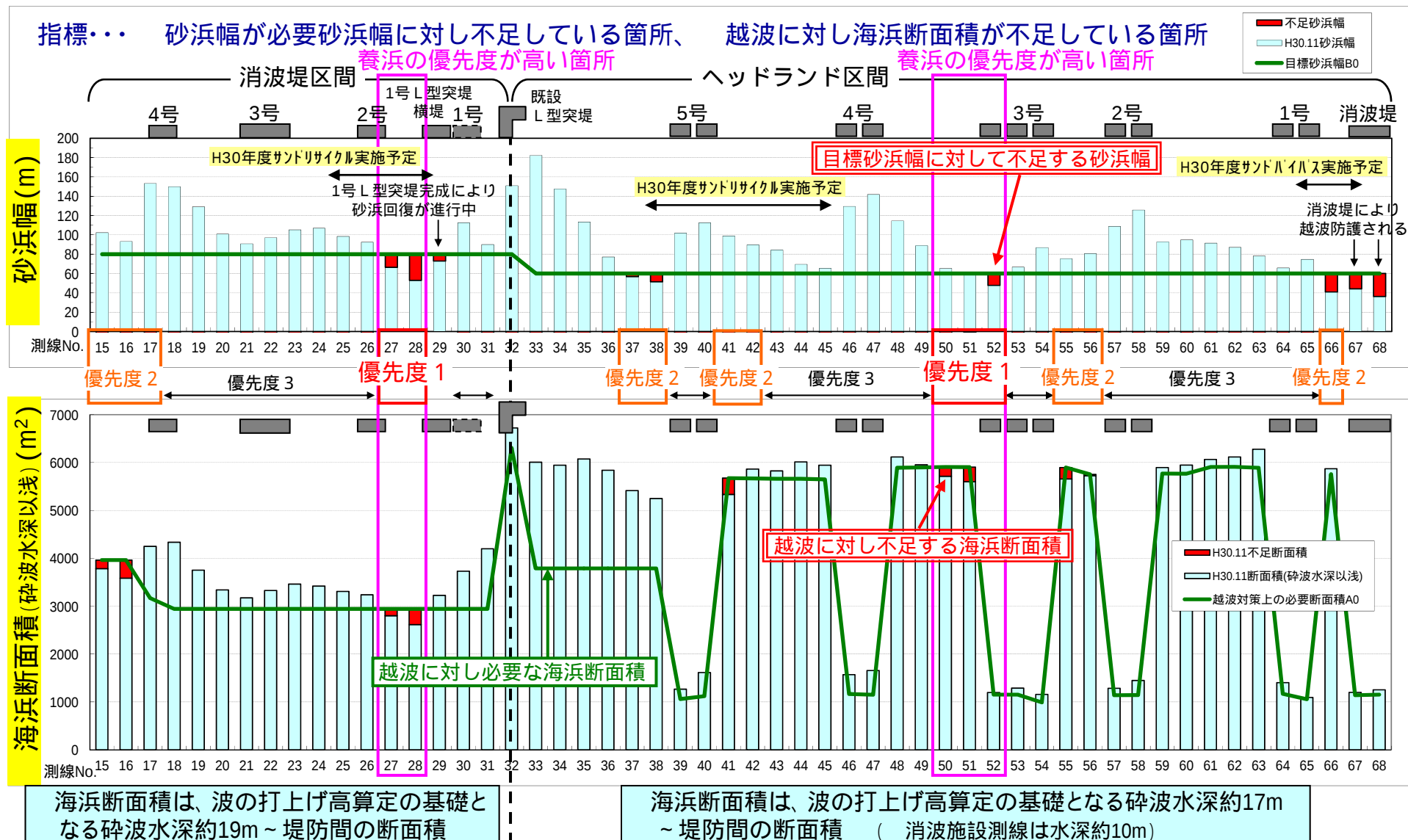
優先的な対応が必要と考えられる箇所

- 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L型突堤の完成した横堤背後で顕著な砂浜回復が見られるが、1号L型突堤下手～2号消波堤間は必要砂浜幅80m未確保であるため、優先的に養浜を実施

養浜箇所の優先度検討 (砂浜幅と海浜断面積による検討)

61

設定した2つの指標に基づき、平成30年度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と1号L型突堤下手の優先度が最も高い



1号L型突堤はH30.11測量時点では横堤のみ

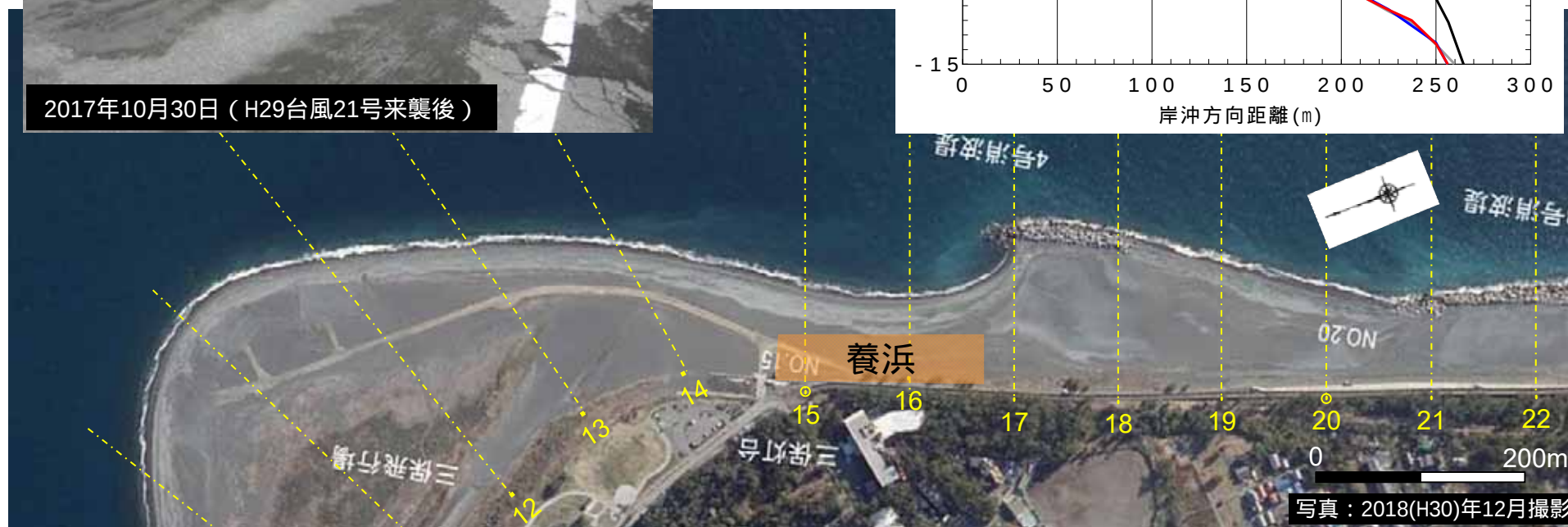
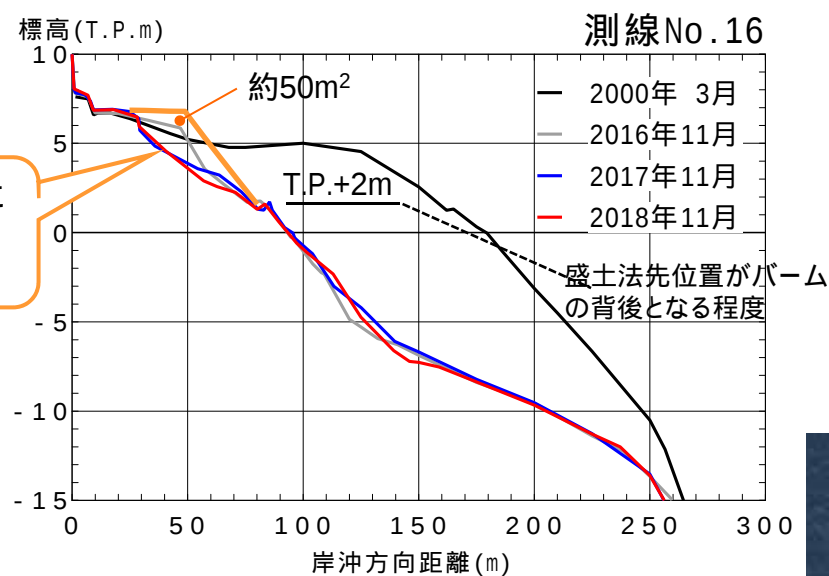


- 4号消波堤下手は**侵食傾向**にあり、高波浪時には背後地への越波等も生じている。
- 必要浜幅80mを満足するが、**越波**に対し必要な海浜断面積が不足しており、養浜箇所の**優先度 2**である。

次年度に4号消波堤下手への養浜を行う方針とする（詳細はp.72参照）



延長200mに
約1万m²の
養浜が可能



4 . サンドリサイクル養浜材の採取方法の検討

- (1) 前回委員会（平成30年2月27日開催）の意見と対応
- (2) 平成30年度のサンドリサイクル養浜材採取モニタリング
- (3) サンドリサイクル養浜材採取箇所周辺の地形変化
- (4) サンドリサイクル養浜の現状と課題のまとめ
- (5) 課題解決に向けた今後の検討方針
- (6) 当面の採取方法（案）

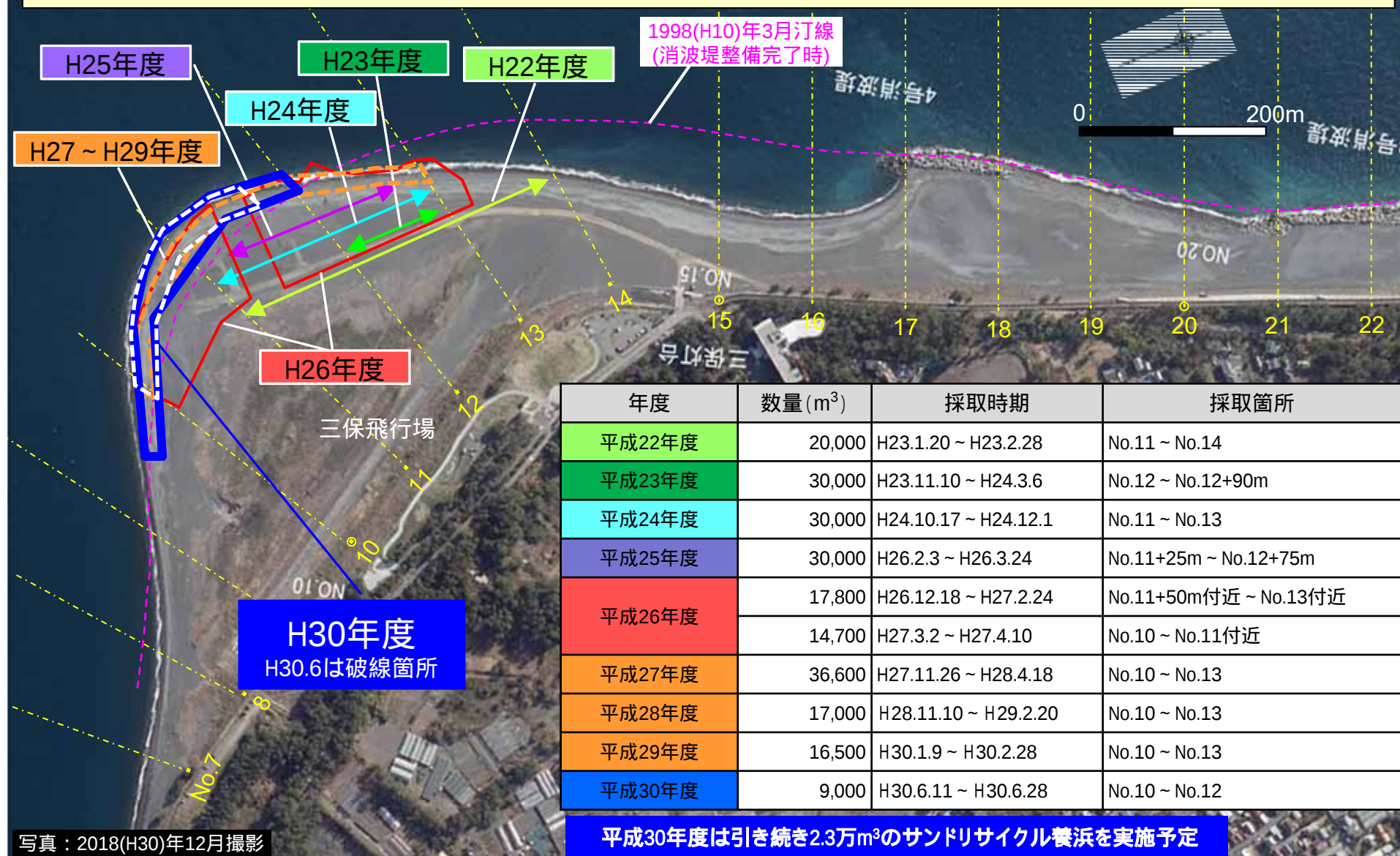
【サンドリサイクル養浜材の採取方法について】

No	意 見	対応状況、今後の方針
【平成30年度のサンドリサイクル養浜材採取箇所】		
1	・平成30年度の採取箇所は北側に移動させているが、これは採取できる箇所がどんどん北側に移動し、持続可能(サステイナブル)なサンドリサイクルができないことを示しているとも取れる。	・侵食箇所を回避して北側にシフトしている。この侵食は上手側からの土砂供給減少が原因であり、サンドリサイクル養浜材の採取が原因ではないと考えている。 ・採取箇所前面の沖合い急斜面上には、現時点でも堆積(落ち込み)が進行している。落ち込みを減らすために効果的に養浜材を採取する必要がある。 ・なお、侵食範囲の北側への波及を防止するためには、4号消波堤下手への土砂供給量の増加が必要なため、直接養浜を行う方針とする。

(2) 平成30年度のサンドリサイクル養浜材採取モニタリング

66

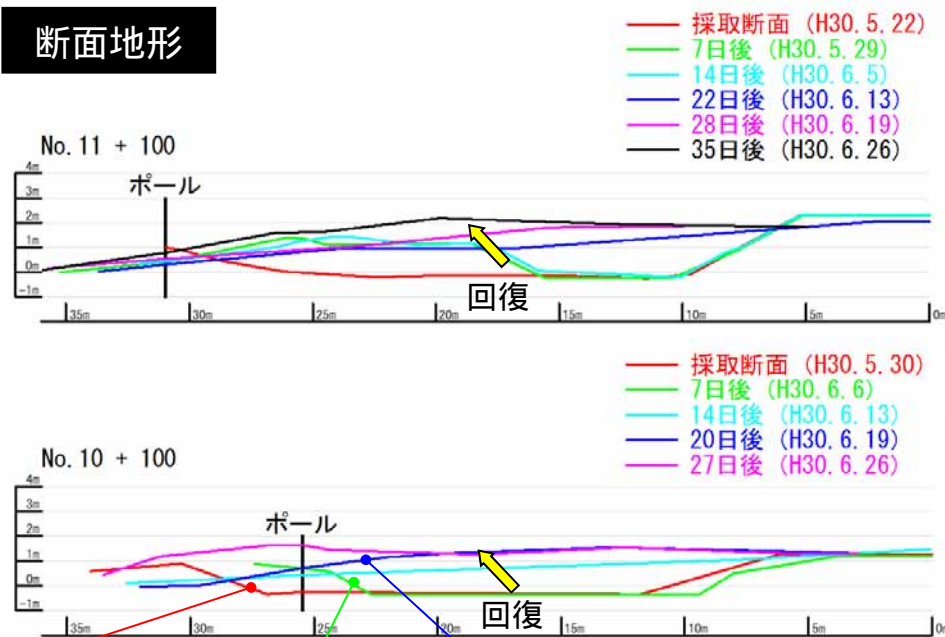
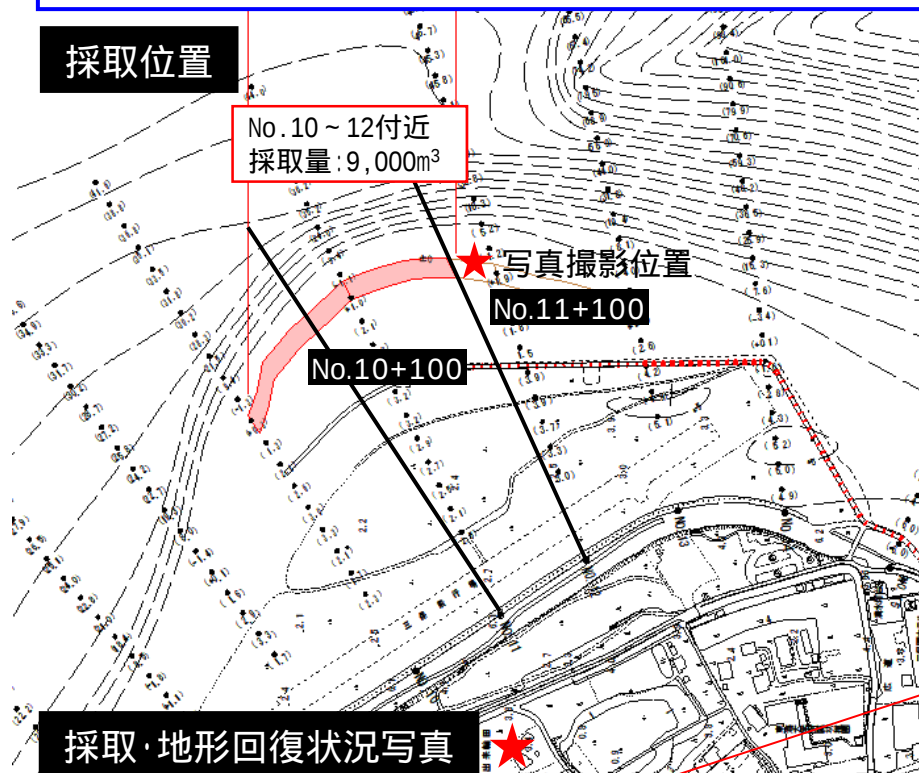
- 侵食域に入っている測線No.13での採取をやめ、下手側の測線No.12～No.10とNo.9の中間の範囲にシフトして採取を実施中
- 沖合いへの堆積が顕著な測線No.11周辺からの採取量を増やす試みを実施する



(2) 平成30年度のサンドリサイクル養浜材採取モニタリング

67

- 汀線際の移動帯（標高+2m～0m程度）から採取（上手側から採取を開始）
- この採取方法により9,000m³を採取（平成30年6月）
- モニタリングにより採取後の地形回復を確認した（約1ヶ月間,この間の最大有義波高4m）



2018(H30)年5月30日



2018(H30)年6月6日



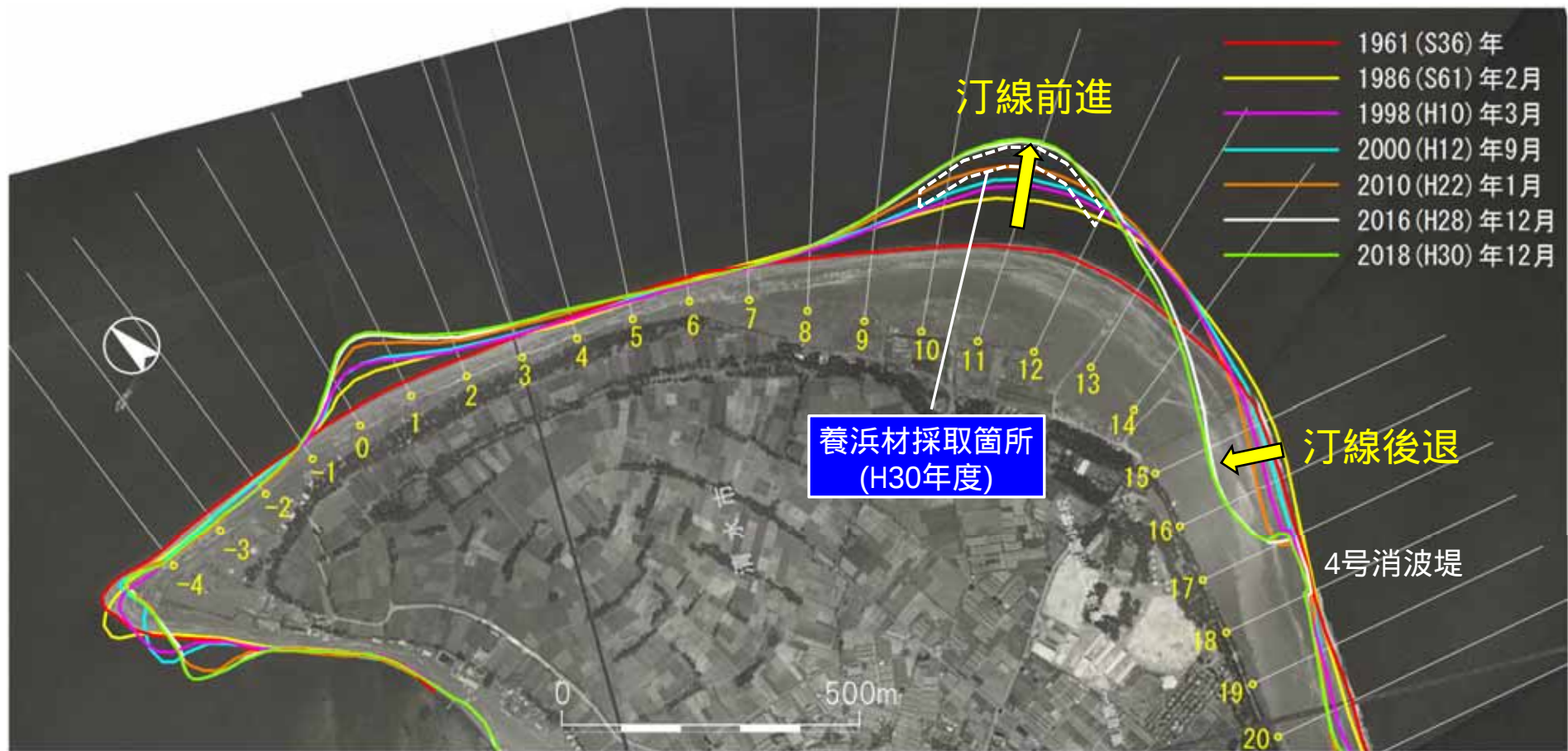
2018(H30)年6月19日

(3) サンドリサイクル養浜材採取箇所周辺の地形変化

68

- 上手側海岸からの侵食が4号消波堤下手に波及し、採取箇所であった測線No.13付近まで汀線後退が見られる。
- 養浜材採取箇所前面で汀線が前進している(砂嘴が発達)。

【三保半島先端部の汀線変化状況】



写真は1961 (S36年)

現 状

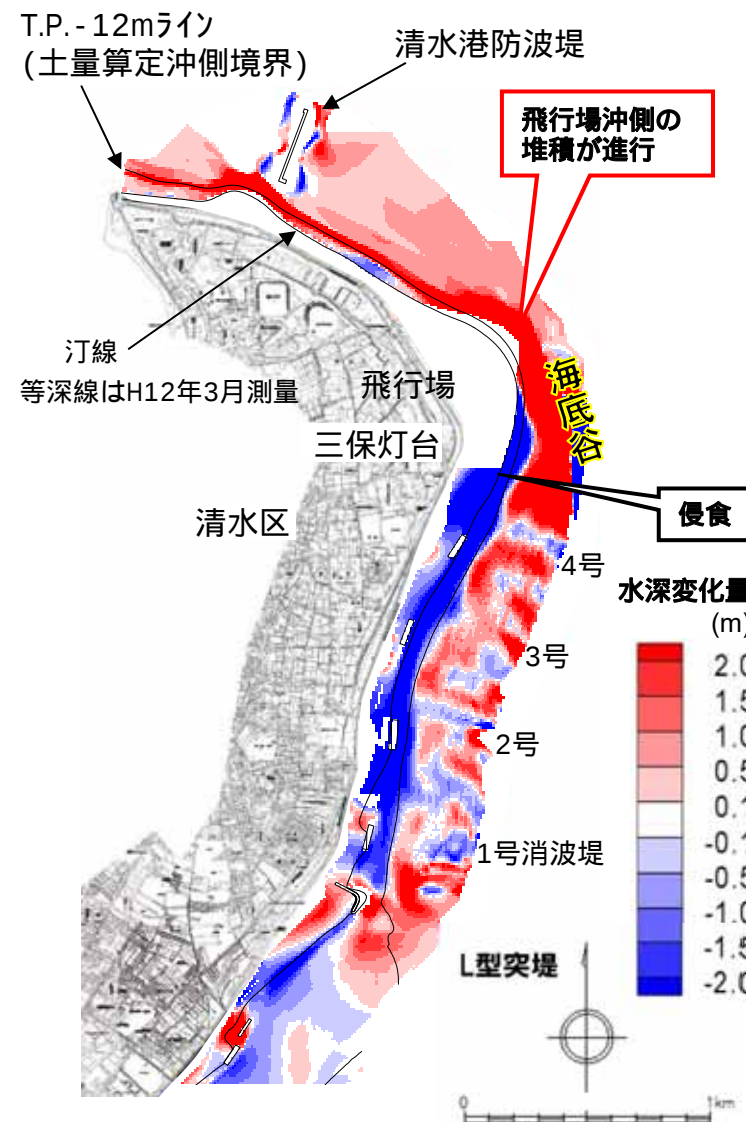
- 上手側海岸からの侵食が4号消波堤下手に波及し、採取箇所であった測線No.13付近まで汀線後退が見られる。
- サンドリサイクル養浜材の採取箇所である三保飛行場前面の海岸で、南側から運ばれてきた沿岸漂砂の大半が海底谷へ落ち込む一方、堆積が進行している。

課題

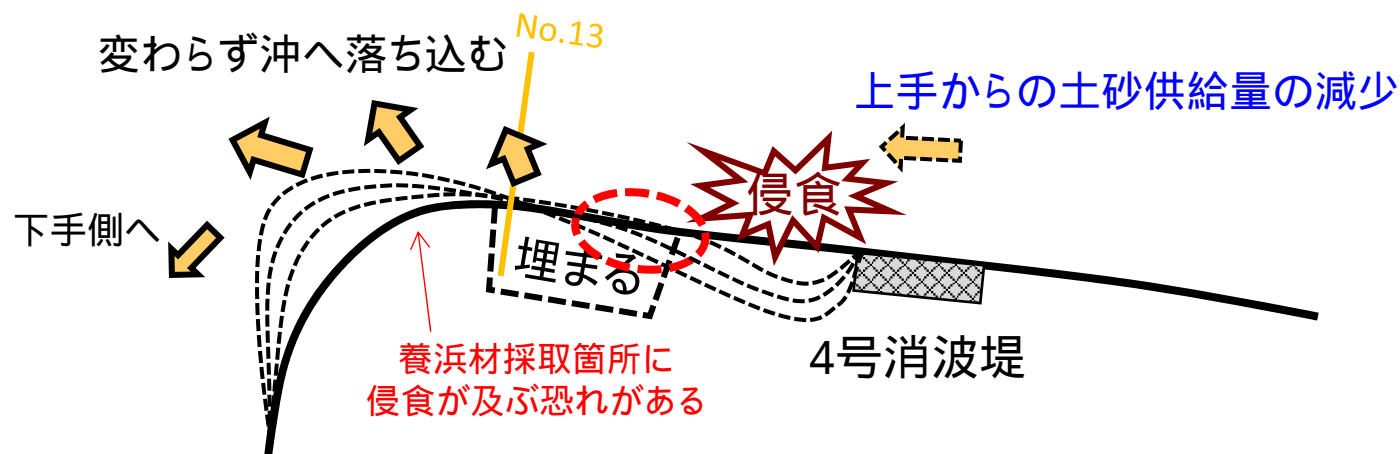
- 養浜材の継続的な採取方法の検討に当たっては、海底谷への土砂の落ち込み量の軽減や上手側海岸（4号消波堤下手等）への影響等に留意する必要がある。

【水深変化図】

2000（H12）年3月
～2018（H30）年11月の変化



4号消波堤下手の侵食と三保飛行場沖への堆砂イメージ

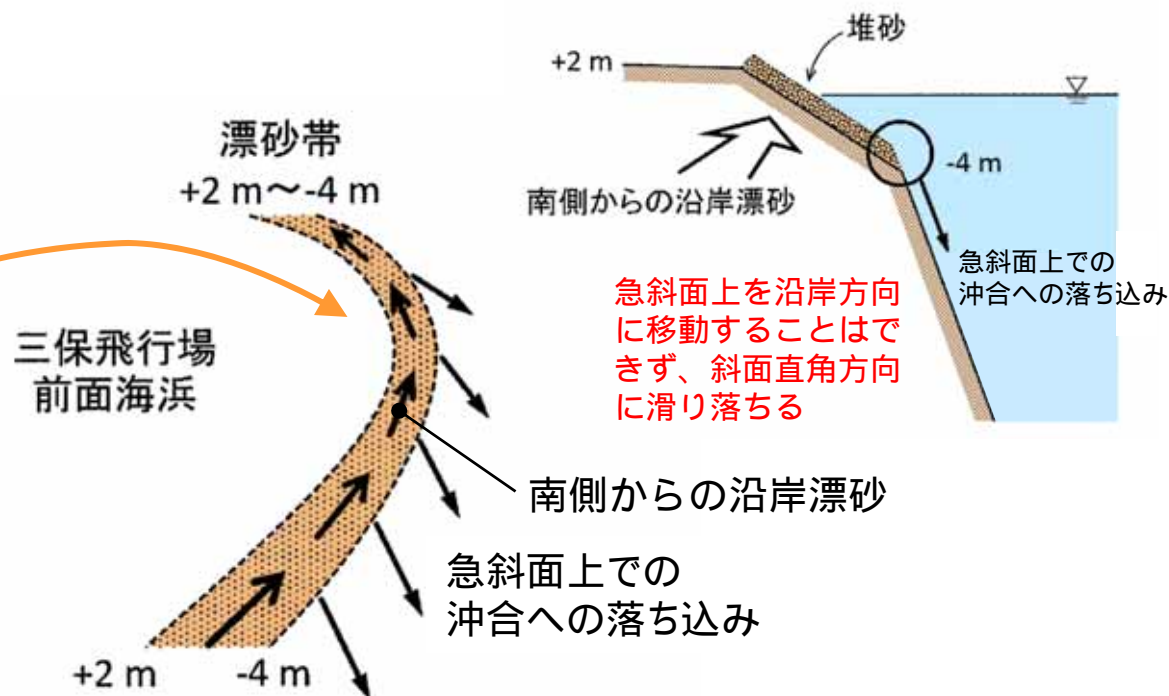


- 4号消波堤下手の侵食度合が近年著しい傾向を示している。この侵食は4号消波堤上手からの土砂供給量の減少が主な原因と推定される。
- 侵食域がさらに下手側に広がった場合、サンドリサイクル養浜材採取箇所や採取量への影響が懸念される。
上手側からの土砂供給量を増やす必要がある。
侵食域が広がらないよう、侵食・堆積の境界（現在は測線No.13付近）より上手では採取しない。
- 現在の採取方法で採取を行っても、飛行場沖の移動限界水深以深に土砂が堆積（落ち込み）。その一方で、砂嘴はさらに北側に成長。
落ち込み量を減らすために効果的に養浜材を採取する必要がある。

漂砂特性

- 三保飛行場前面の砂礫は、標高+2m ~ -4mの1/5勾配の斜面上を汀線に沿って運ばれている。

A点より南側の漂砂イメージ



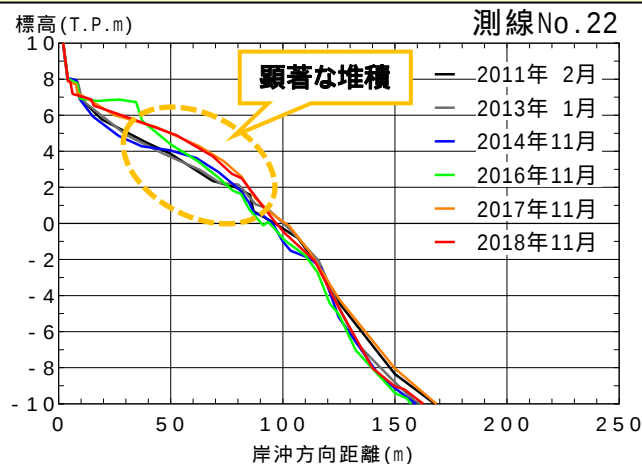
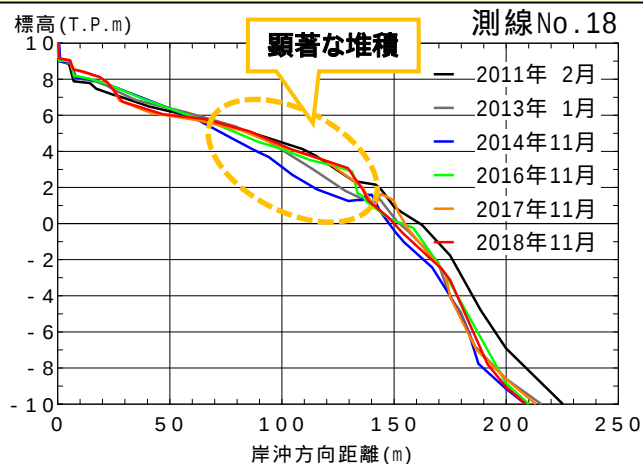
- 南側(漂砂上手側)からの沿岸漂砂が沖合へ落ち込むため、落ち込み量を減らすには、より上手側で土砂を採取する必要があるが、No.13で侵食が生じているため、**侵食域で採取すると土砂の引き込みなどによって4号消波堤下手の侵食を助長する恐れがある。**
- **そのため、消波堤区間から飛行場前面への土砂供給を増やす必要がある。**

(5) 課題解決に向けた今後の方針

72

3号、4号消波堤は漂砂の捕捉効果が高く、背後に顕著な堆積が生じている。上手からの沿岸漂砂は消波堤背後を通過しにくく、沖側を通過しやすい状態のため、消波堤背後に過剰に堆積した土砂は押土等を行い、沿岸漂砂の連続性を確保する。 次年度は4号消波堤背後の堆積箇所から下手に押土を行う。

(3号消波堤背後の土砂は上手と下手の地形変化を確認したのち対応する)

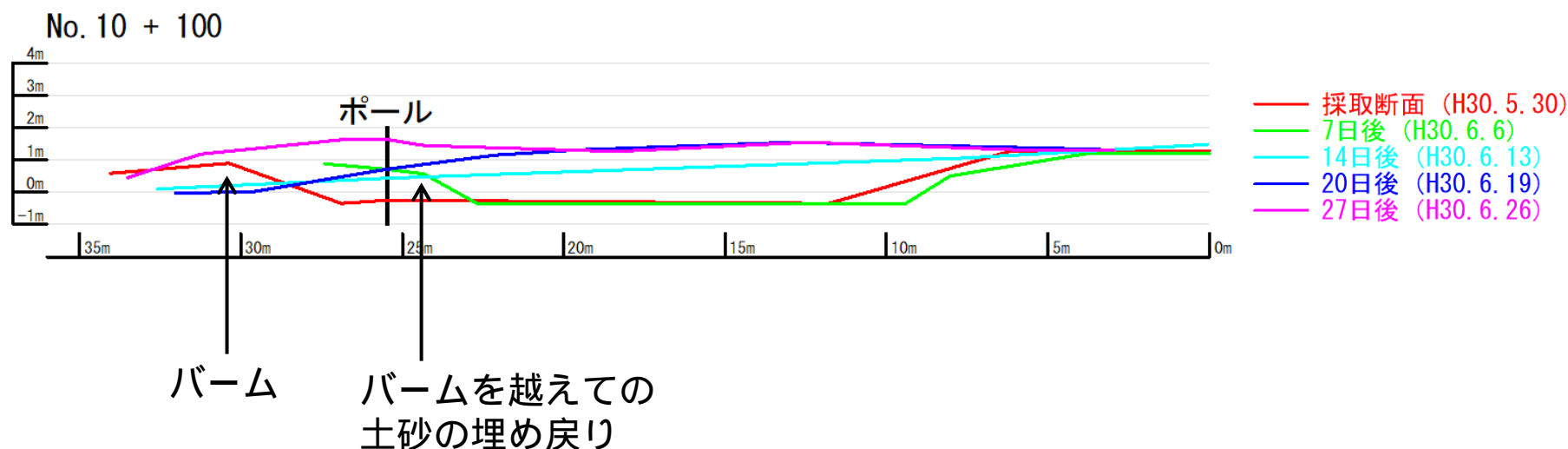


3号消波堤背後の堆積状況



当面の採取方法（案）

- 平成30年度は、侵食域に入っている測線No.13での採取をやめ、下手側の測線No.12～No.10とNo.9の中間の範囲にシフトして採取を実施中である。4号消波堤背後の堆積箇所から4号消波堤下手への押土を実施し、No.13周辺の地形変化のモニタリングにより効果を確認し、次回の採取箇所を決定する。
- 採取箇所は前面のバーム高が高い状態で静穏が続いた場合は採取箇所が埋め戻りづらくなるため、バーム高の管理（+1m程度以下を維持）も行う。



5 . 平成31年度の事業予定

- 平成31年度は、引き続きサンドハイパス養浜、サンドリサイクル養浜、平成29年に被災した施設の復旧、1号消波堤のブロック撤去と撤去ブロックによる3号ヘッドランド下手の消波工の嵩上げを実施予定

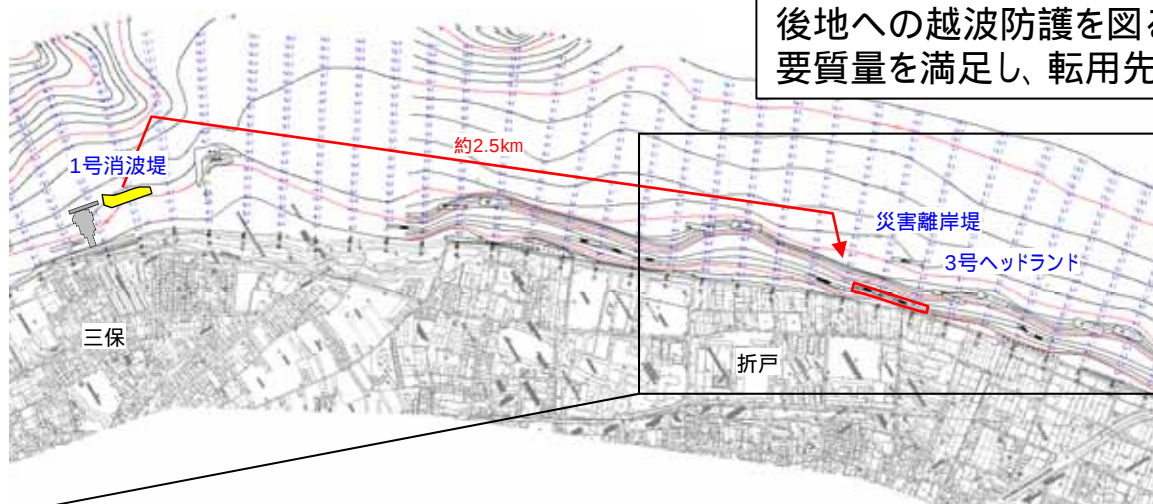


平成30年度の事業実施状況と平成31年度の事業予定一覧

		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	H30実施	■ サンドリサイクル養浜3.2万m ³ /年(実施中)	■ サンドハイパス養浜6.5万m ³ /年(予定)	-
	H31目標	■ サンドリサイクル養浜5万m ³ /年 ■ 4号消波堤下手側への押土	■ サンドハイパス養浜8万m ³ /年	-
施設	H30実施	■ 1号L型突堤完成(平成30年度末予定) ■ 1号消波堤の災害復旧工事	-	-
	H31予定	■ L型突堤, 2号消波堤の災害復旧工事 ■ 1号消波堤の消波ブロックの段階的な撤去	■ 消波工の嵩上げ(3号ヘッドランド下手)	-

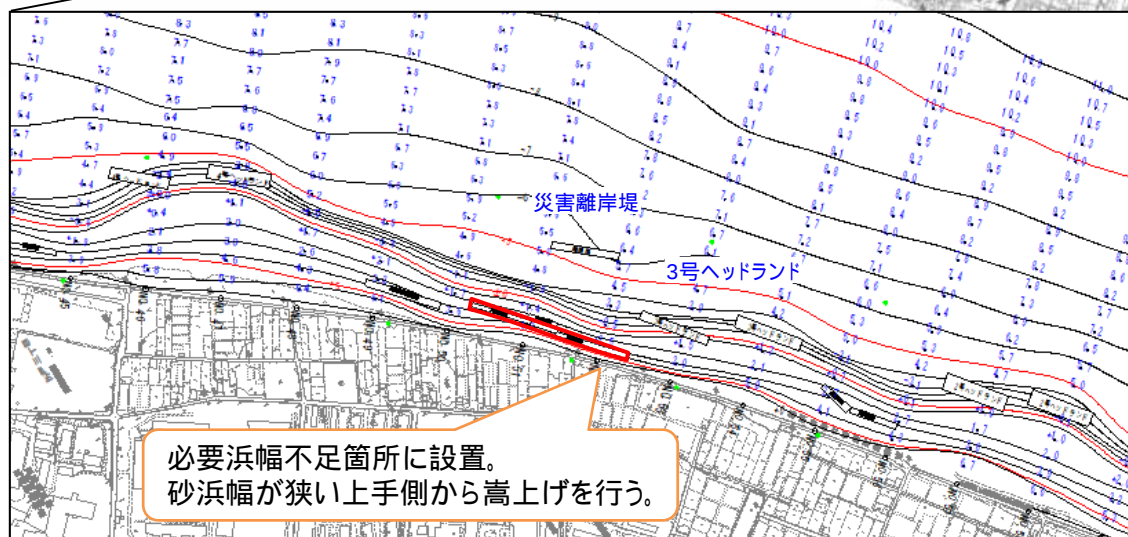
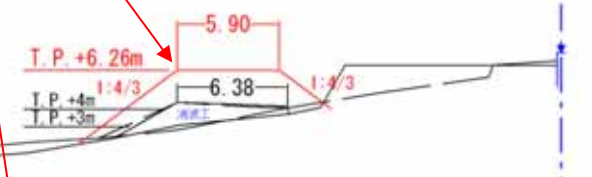
- 1号消波堤の消波ブロックの撤去を平成31年度より段階的に実施予定
- 撤去ブロックは侵食対策が必要な箇所に有効活用する
侵食状況等を踏まえて3号ヘッドランド下手の消波工の嵩上げに活用する。

ヘッドランド開口部の消波工 を嵩上げすることで機能向上を図り、背後地への越波防護を図ることが可能となる。撤去ブロック(40t型)は所要質量を満足し、転用先に適している。



汀線際に応急的に設置された根固消波工であり、技術基準に基づく越波防護上必要な消波工の天端高は満足していない。

40t型暫定2個並びの
嵩上げイメージ



2018年12月4日撮影

6. 2号堤検討に向けたモニタリング項目の検討

[三保松原景観改善技術フォローアップ会議検討内容]

- (1) 2号堤整備の必要性の確認
- (2) 2号堤の検討に向けたスケジュール
- (3) 1号L型突堤完成後のモニタリングの目的
- (4) 2号堤の検討に必要なモニタリング項目
- (5) 平成31年度のモニタリング

- 「海岸の景観改善」について
- 世界文化遺産登録時の「消波堤が存在するため美しさの観点から望ましくない」というイコモスから指摘を重く受け止め対策を実施している。
- 三保松原白砂青松保全技術会議の決定方針をユネスコに報告（2016年保全状況報告書）
 - ・ 4基の消波堤の景観上配慮した施設（L型突堤）への置き換えと養浜による対策
 - ・ 2015年度から4基の消波堤のうち、**景観形成上影響が大きい2基の置き換えに着手し**、早期に景観改善と砂浜の回復を図っている。
 - ・ 残り2基は先行する2基の整備結果を踏まえて計画の見直しを行う。**2号消波堤を置き換える（2号堤を整備する）ことを基本としている。**

短期対策・・・羽衣の松エリアでの視認性が高い1号消波堤周辺の景観改善を優先的に実施【1号消波堤・2号消波堤】

中期対策・・・2号消波堤より下手側について、海浜変形の状況等をモニタリングしながら展開を順次検討【3号消波堤・4号消波堤】

長期対策・・・河川・海岸における土砂移動の連続性を維持し、安倍川土砂の自然到達による施設に頼らない砂浜の自然回復を実現する

- ・ 厳しい海象条件・地形条件下にあること、予測の不確実性等を考慮し、景観上の問題が大きい、**1号消波堤周辺から段階的に整備**を実施
- ・ モニタリングを平行して実施し、**順応的に計画の見直し**をおこなう



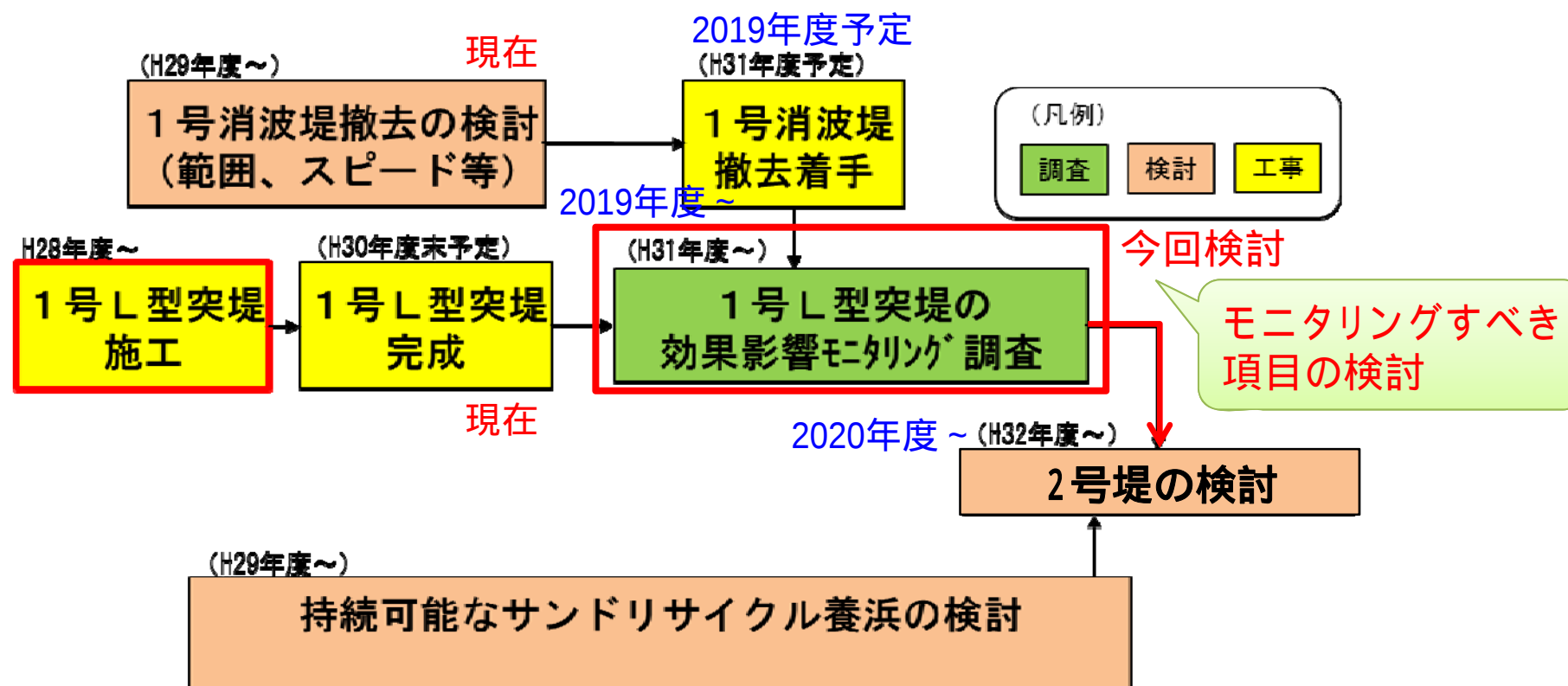
L型突堤付近からの消波堤の見え方

H25.12撮影



第2回 三保松原白砂青松保全技術
会議資料より

- 1号L型突堤が完成し、来年度（2019年度）1号消波堤の撤去に着手する。
- 1号L型突堤完成後1年間（2019年度）のモニタリング結果を踏まえて、当初の計画通り、2020年度から2号堤の検討に着手する。



- 1 号 L 型突堤の整備効果・影響の把握と検証
(防護面、景観面で当初の目的や設計条件を満たしているか)
- 1 号 L 型突堤整備における課題や変化、その対応の把握【事例 1】
- 1 号 L 型突堤計画時からの状況変化の把握【事例 2】
 - 1 号 L 型突堤は、有脚式の横堤と不透過構造の縦堤を組み合わせたハイブリッドタイプの構造物であり、全国的にも設置事例は無い。
 - よって、2 号堤の検討を行うに当たっては、先行して設置を進めている 1 号 L 型突堤の構造を参考とする。

これらを 2 号堤の検討に反映

今後の検討を踏まえ、2 号堤の構造は 1 号と異なる構造とすることも考えられる。
モニタリング結果から 2 号堤の検討条件に反映できるものは反映していく。

【事例 1】

➤ 1 号 L 型突堤整備における課題や変化、その対応の把握

発生時期	1 号 L 型突堤の状況	事象	左記事象が生じた原因や理由	1 号 L 型突堤整備への影響	対応
H30.01	函体据付	H29.11に打設した杭周辺に、土砂の堆積を確認	杭のみでも堆砂傾向にある。	堆砂により函体を所定の高さに据え付けることができない。	杭周辺の掘削
H30.09 ～ 10	横堤完成	台風通過後、横堤上手側において海底地盤の上昇と、汀線の前進を確認	横堤の効果（漂砂制御機能）	縦堤ブロックの配置を再検討する必要性が生じた。	測量とブロック配置の再検討
H30.10	築堤マット、被覆ブロック製作	海底地盤の変化	1 度の台風で海底地盤が大きく変化する。	必要個数の決定時期の見極めが困難	台風シーズン後の測量が必要となる。

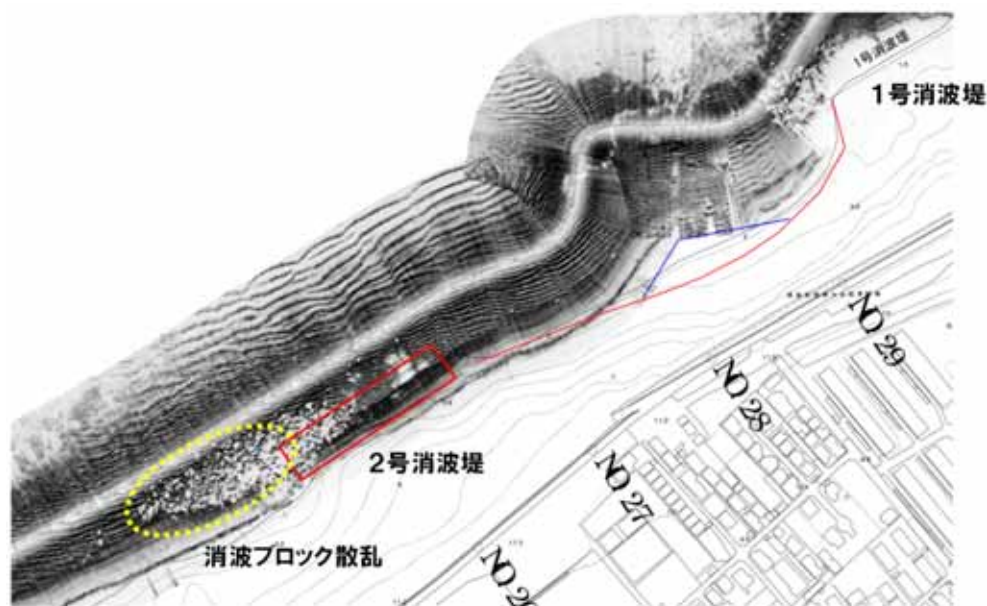
【事例 2】

➤ 1 号 L 型突堤計画時からの状況変化の把握

- 平成29年台風21号により、既設L型突堤、1号消波堤、2号消波堤が被災。消波堤のブロックが2号L型突堤計画位置周辺に散乱した。
- 2号消波堤復旧に用いる消波ブロック64t型の転用を念頭に検討する必要がある。

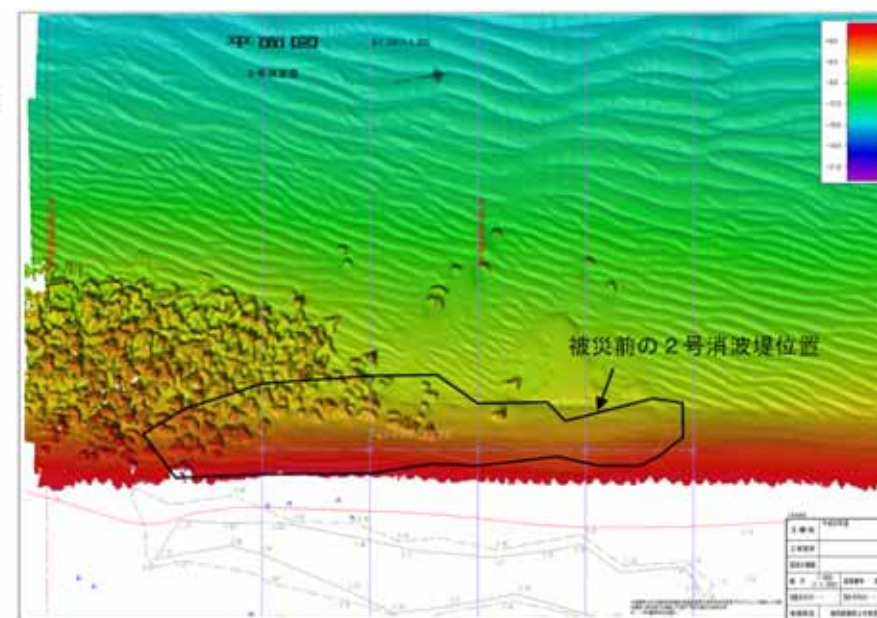
2号消波堤周辺の消波ブロック散乱状況(平成29年台風21号来襲後)

サイドスキャンソナー調査



2017年11月7日調査

マルチビーム測量調査



2017年11月7日調査

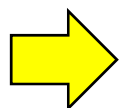
- 1号L型突堤の整備効果・影響の把握と検証
(防護面、景観面で当初の目的や設計条件を満たしているか)



- 1号L型突堤の整備前、整備中、整備後の地形変化の確認
- 予測計算との差から整備の効果影響を確認
→ 地形測量、定点写真 (景観調査)、施設 (1号L型突堤) の調査が必要



- 2号堤の検討
→ 構造検討、2号堤整備の影響の予測、1号L型突堤の設計条件や安定計算条件の検証など



現モニタリング計画を基本に進めていく。

(4) 2号堤の検討に必要なモニタリング項目

84

汀線・深浅測量

目的：海浜・海底地形の変化の把握
 時期：年 1 回、11月頃（台風襲来期後）
 内容：測線間隔100m（サンドリサイクルの養浜材採取箇所は測線間隔50m）、岸沖方向距離600mの範囲

定点写真撮影

目的：高波浪前後の地形変化や景観の変化の把握
 時期：年 3 ～ 4 回程度、高波浪襲来前後
 内容：各測線及び主要視点場（羽衣D,F,Gと鎌B）で写真を撮影

マルチビーム測量、GPS測量

目的：L型突堤本体及び周辺地形変化の把握
 時期：L型突堤整備後の翌年（年 2 回）、高波浪襲来前後
 内容：既設L型突堤～2号消波堤区間の岸沖方向距離600mの範囲（水中部…マルチビーム測量、陸上部…GPS測量）

波浪観測（横堤岸側・沖側）

目的：L型突堤横堤の消波機能の把握
 時期：L型突堤整備後の一定期間
 内容：L型突堤横堤の岸側と沖側の波浪観測

利用・環境に関する調査

目的：海岸利用や漁業、生物環境への影響の把握
 時期：調査により異なる
 内容：パトロール（定点写真撮影）、関係機関への聞き取り調査（生物調査は非実施）

施設の健全度調査

目的：L型突堤本体の状況の把握
 時期：初回（L型突堤整備後）、1回 / 5年、異常発見時
 内容：鋼管杭・コンクリートの健全度調査、洗掘調査等

空中写真撮影（垂直、斜め）

目的：1年毎の汀線位置や砂浜の自然回復状況等の把握
 時期：年 1 回、毎年12月～1月頃

波浪観測（久能観測所）

目的：海象状況の把握
 時期：通年（10分毎データ、毎正時データ）
 内容：波高、周期、波向

黄色字は平成30年度に実施した調査

縦堤を整備するため、波高計を設置する箇所に砂が溜まり、計器の設置が困難

消波機能の確認は、地形の変化状況やカメラによる撮影などによって把握する。



(4) 2号堤の検討に必要なモニタリング項目

85

施設に関するモニタリングは、1号L型突堤の整備後の翌年から実施予定

	項目	目的	調査方法	調査箇所	調査時期	調査頻度	評価基準	評価方法	評価頻度
施設	L型突堤の周辺地形	L型突堤(横堤)の安定性の把握	マルチビーム測量	測線No.24 ~ 33	高波浪来襲前後	L型突堤整備後の翌年(2回/1年)	杭周辺の洗掘深さが2.0m以内	堤体周辺の標高から洗掘の幅(岸沖方向)、深さを確認し、杭周辺の洗掘深さが2m以内(背面に堆砂がない場合の横堤の設計条件)か確認する。	年1回
			汀線・深浅測量		9月および11月頃(台風来襲期前後)	2回/1年			
		L型突堤(縦堤)の漂砂制御機能の把握	マルチビーム測量 GPS測量	測線No.24 ~ 33	高波浪来襲前後	L型突堤整備後の翌年(2回/1年)	L型突堤(縦堤)の漂砂制御機能必要天端高T.P.+1.5mの確保	L型突堤周辺の地形を確認し、縦堤の漂砂制御機能や必要天端高T.P.+1.5mを確保しているか確認する。	年1回
			汀線・深浅測量		9月および11月頃(台風来襲期前後)	2回/1年			
	L型突堤の防護性能	L型突堤(横堤)の消波性能の把握	波浪観測	新設L型突堤横堤の岸側と沖側	L型突堤整備後	L型突堤整備後の一定期間(台風来襲期を含む)	堆砂前におけるL型突堤(横堤)の消波性能(透過率 K_t 0.7)の確保	L型突堤(横堤)の岸側と沖側の波浪観測を行い、観測結果を基に透過率 K_t 0.7を満足しているか確認する。	調査実施後適時
			縦堤を整備するため、波高計を設置する箇所に砂が溜まり、計器の設置が困難 消波機能の確認は、地形の変化状況やカメラによる撮影などによって把握する。						
施設	L型突堤の変状・劣化	L型突堤の各部材の変状・劣化状況の把握	パトロール	新設L型突堤とその周辺	L型突堤整備後不定期、高波浪来襲後	3~4回/1年	突堤に変状が確認されないこと	L型突堤(縦堤・横堤)の変状の有無を目視により確認する。	年1回
			施設の健全度調査(洗掘調査)		L型突堤整備後(鋼管杭打設後以降)	1回/5年(パトロールで異常が見つかった場合はその都度)	各部材(鋼材、コンクリート)の安全性能の許容値を満足していること	鋼材腐食、コンクリートのひび割れや変状の有無(鋼管杭摩耗、コンクリートの摩耗等)を確認する。	1回/5年

評価を踏まえた対応は、フォローアップ会議や技術検討ワーキング部会で検討することを基本とするが、台風等により緊急な対応が必要な場合は、学識委員等に相談の上、海岸管理者が適切な対応をとることとする。

(5) 平成31年度のモニタリング

86

表ー 4.11 三保松原における防護と景観改善の両立に向けたロードマップ

		短期対策 2015年(H27)～2024年(H36)頃(約10年間)										中期対策 2025年(H37)～2044年(H56)頃 (約20年間)					長期対策 2045年(H57)頃～ (約30年後～)					備 考
		H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36											
計画 P	三保松原景観改善技術フォローアップ会議	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1～2回/1年
	清水海岸侵食対策検討委員会	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1～2回/1年
実行 D	L型突堤の整備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	短期2基、中期2基
	養浜の実施(5万m ³ /年)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
確認 C	モニタリング	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	対策の効果検証、影響の確認	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
改善 A	対策の順応的な見直し	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	必要に応じて適宜

※短期・中期・長期の対策完了時には、各対策の目標の達成状況等を總結し、次期対策のメニュー等の順応的な見直しに反映する。

区分	モニタリング項目		調査方法	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	備考
効果の検証	防 護	沿岸漂砂量	汀線・深浅測量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、清水全体
		砂浜幅		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、消波堤区間
		必要海面断面積		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、消波堤区間
		養浜材採取箇所の埋め戻し状況		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、採取箇所
	景 観	高波浪時の越波・遡上状況	定点写真撮影	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3～4回/1年、砂浜些少部
		海岸構造物の見え		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3～4回/1年、主要視点場
影響の確認	施 設	L型突堤の周辺地形	マルチビーム測量・GPS測量	1号L型突堤の整備				●	2号L型突堤の整備(1号の整備効果等を検証し、整備方針を検討)					L型突堤整備後の翌年
		縦堤の漂砂抑制機能	汀線・深浅測量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、No.24～33
		L型突堤の防護性能(横堤消波性能)	波浪観測(横堤 岸沖地点)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	L型突堤整備後の翌年
		L型突堤の変状・劣化状況	パトロール	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3～4回/1年
			施設の健全度調査	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1回/5年
	利用・環境	海岸利用	パトロール(定点写真撮影)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3～4回/1年
		漁業	関係者への聞き取り調査	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1回/1年
		生物環境	生物調査	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1回/5年
	長期目標実現	沿岸漂砂量	汀線・深浅測量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、清水全体
		予測計算結果との整合		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、静岡清水全体
		砂浜の自然回復状況		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2回/1年、No.8～33
			空中写真撮影(垂直・斜め)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1回/1年
		安倍川からの土砂供給	国との連携・情報共有	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1回/1年
	海象条件	波浪観測(久能観測所)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	適年

※モニタリング結果等を踏まえた「三保松原景観改善技術フォローアップ会議」での検討に基づき、新たな調査の追加や実施予定の調査の取り止め等も含めて順応的に見直す。

※既設消波堤の撤去は、L型突堤の整備後、対象箇所周辺の海岸の防護水準が一定程度確保されたことがモニタリング結果で確認された段階で順次実施する。

7. 今後の予定

	年度	H 3 0 年度	H 3 1 年度				H 3 2 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 号堤の検討		状況及び条件の整理、基本的な調査検討				モニタリング結果を踏まえた具体検討
	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	撤去方法の検討		次段階の撤去に向けた調査・検討			
実施項目	1 号 L 型突堤整備	縦堤施工 (H30年度末完成)					
	1 号消波堤段階撤去		撤去レベル a				撤去レベル b 1
	養浜	サンドリサイクル養浜 サンドバイパス養浜			サンドリサイクル養浜 サンドバイパス養浜		撤去は、1 号 L 型突堤のモニタリング結果を踏まえて実施する
	養浜材採取試験施工	試験施工、モニタリング			試験施工、モニタリング		
	モニタリング	航空写真撮影		汀線・深浅測量、マルチビーム測量、GPS 測量 定点写真撮影（高波浪襲来後）			航空写真撮影 パトロール、施設の健全度調査
災害復旧	既設 L 型突堤復旧						
	2 号消波堤復旧						
会議等	侵食対策検討委員会 フォローアップ 会議等	第 5 回 フォローアップ会議 ↓ 侵食対策検討委員会	必要に応じて、技術検討ワーキング部会等を開催				第 6 回 フォローアップ会議 ↓ 侵食対策検討委員会

資料編

海浜部の土砂量変化	p.90
底質調査結果	p.91 - p.92
養浜実績	p.93 - p.94
三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果	p.95
サンドボディの実態解析と促進策の検討(H27検討)	p.96 - p.101
4. サンドリサイクル養浜材の採取方法の検討 参考資料 ...	p.102 - p.104

海浜部の土砂量変化(平成30年度)

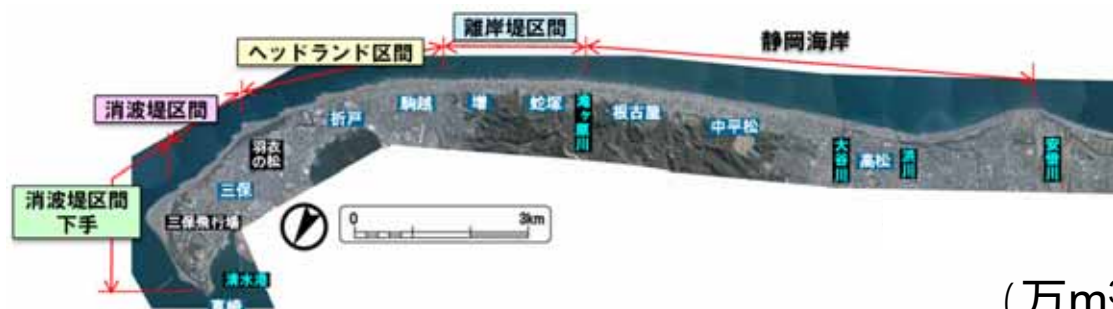
90

■ 2017(H29)年11月～2018(H30)年11月の変化

- ・ 静岡海岸は、T.P.-4m以深で侵食、以浅で堆積しており、全体で+5.0万m³堆積
- ・ 清水海岸は、消波堤区間のT.P.-4m以深で侵食が見られる以外は、ほとんど安定～堆積しており、全体で+7.9万m³堆積（養浜量+2.7万m³を考慮すると+5.2万m³堆積）

■ 2011(H23)年以降の変化

- ・ 陸域に近い範囲（T.P.+7～-4m）で、2011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



2017(H29)年11月～2018(H30)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)	+1.1	-1.2	+0.2	-0.4	-0.3	-7.2
T.P.+7～-4m (主に礫質)	-0.6	+0.9	+1.7	+6.1	+8.2	+12.2
合計	+0.5	-0.3	+1.9	+5.7	+7.9	+5.0
養浜および採取	-1.7	+1.7	+2.7	-	+2.7	-

2011(H23)年～2018(H30)年の期間年平均土砂量変化

(万m³/年)

表中()内の数値:2000(H12)年～2011(H23)年の期間年平均土砂量変化

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)	+0.1 (+0.9)	-1.6 (-1.4)	-2.0 (+0.5)	+0.6 (+1.9)	-2.8 (+1.9)	-2.3 (+1.4)
T.P.+7～-4m (主に礫質)	+2.5 (+1.4)	-2.1 (-5.5)	+2.1 (-0.7)	+3.1 (+1.3)	+5.5 (-3.5)	+13.5 (+9.5)
合計	+2.6 (+2.3)	-3.7 (-6.9)	+0.1 (-0.2)	+3.7 (+3.2)	+2.7 (-1.6)	+11.2 (+10.9)
養浜および採取	-2.8 (-1.1)	+2.8 (+0.1)	+6.8 (+4.9)	+1.2 (+2.0)	+8.0 (+5.9)	0 (+1.5)

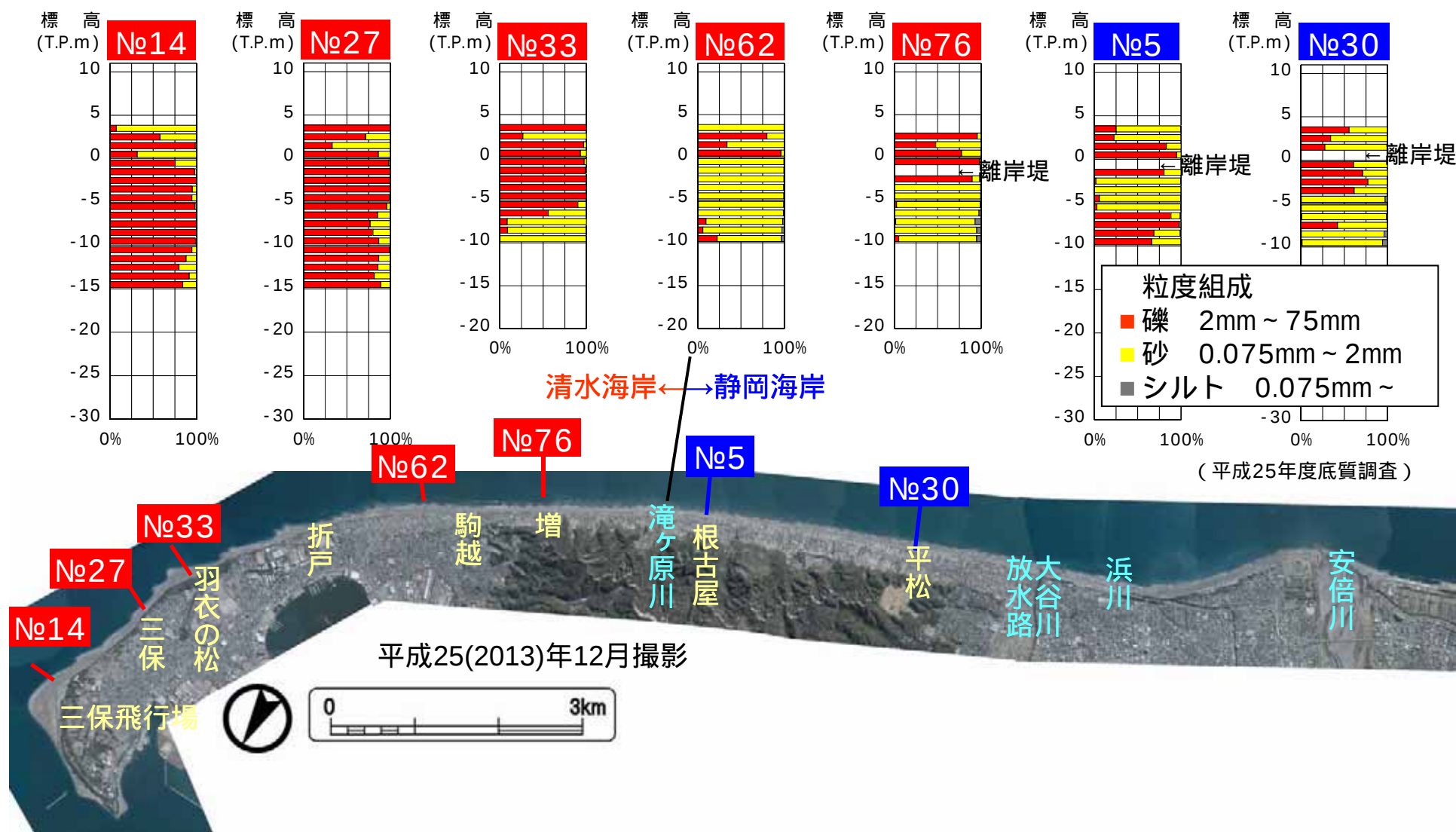
+7～-12mの範囲を集計 ← → +7～-8mの範囲を集計

底質調査結果(平成25年度)

平成25年度第2回清水海岸侵食対策検討委員会検討資料(資料編)

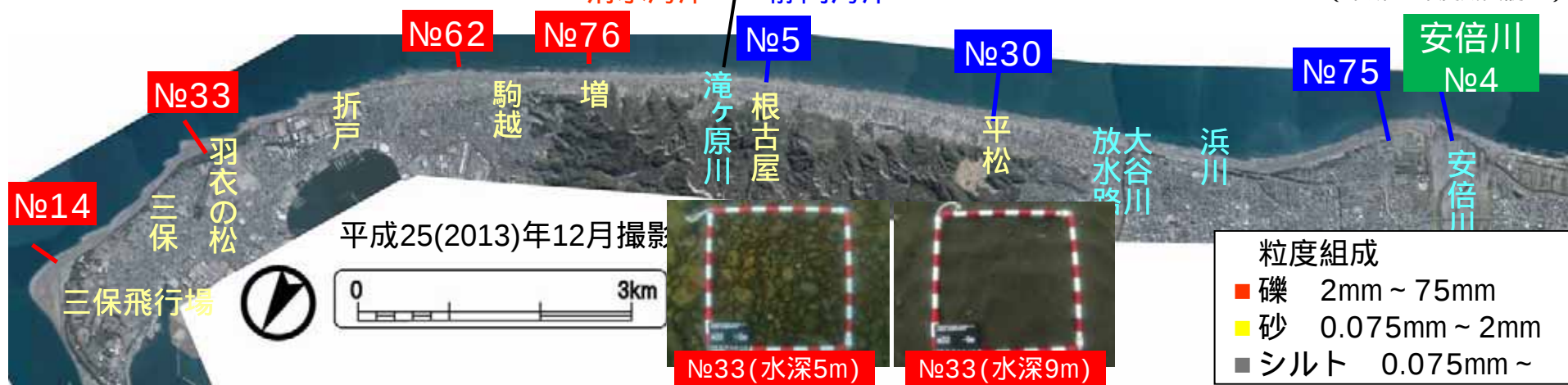
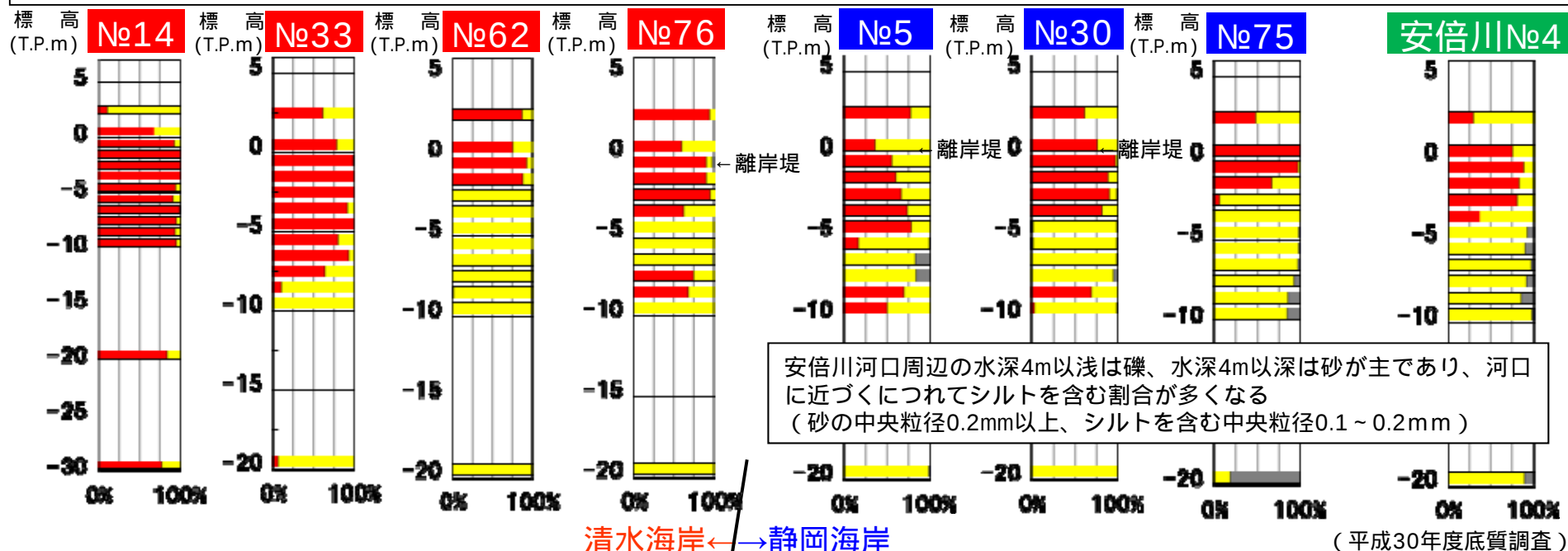
91

- ・緩勾配である離岸堤区間は、岸側が礫主体、沖側が砂主体である
- ・急勾配である羽衣の松より北東側は、陸上～水中部ともに礫主体である



■ 平成25年度調査結果との比較

- ・ 静岡海岸(No.30,5)、離岸堤区間(No.76)では、離岸堤沖側の水深4m以浅の水深帯においても礫の分布が確認される
- ・ ヘッドランド区間(No.62)の変化は少ない。L型突堤上手(No.33)の水深8m以浅に礫が分布
- ・ 4号消波堤下手(No.14)では、水中部も一様に礫が分布 (養浜材(ヘッドランド区間,消波堤区間)の堆積など)



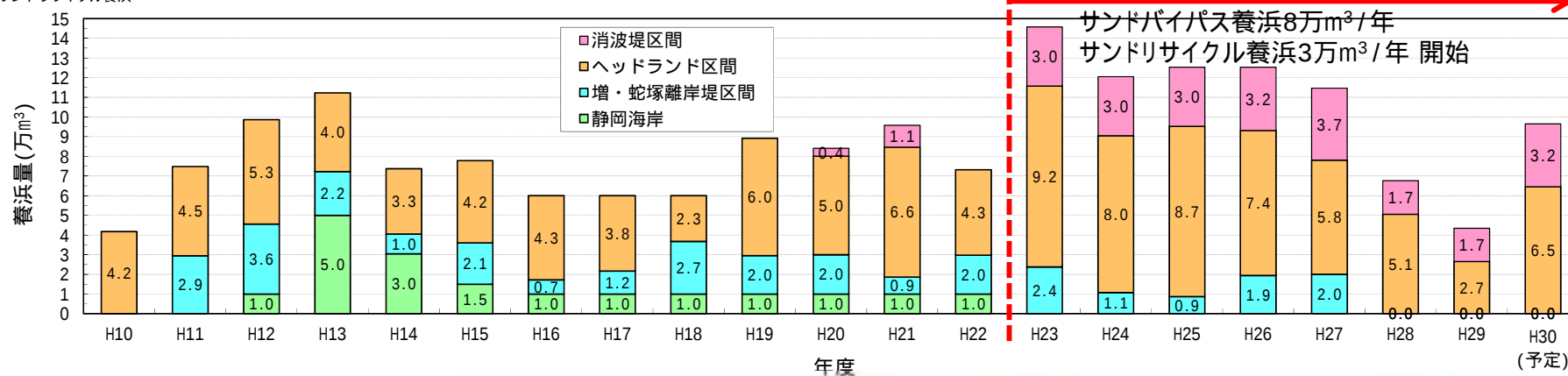
養浜実績(養浜量)

93

単位: 万 m^3

年度	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30(予定)	合計(予定は含まず)
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	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	31.39
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	45.74
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	2	3.02
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	1.30	4.22
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	17.66
4~5号ヘッドランド間	3.23	2.66	1.56	1.31	0	0	0	0	0	1.34	0.77	1.66	0	2.00	0	3.00	2.70	0.84	0.94	1.10	2.55	23.12
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	10.87
消波堤区間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	1.11	0	3.00	3.00	3.00	3.21	3.66	1.70	1.69	3.20	20.77
飛行場前面(浚渫工)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.34	2.41	5.16	2.00	3.00	3.00	3.00	3.21	3.66	1.70	1.69	3.20	32.17
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	9.65	156.78

サンドリサイクル養浜



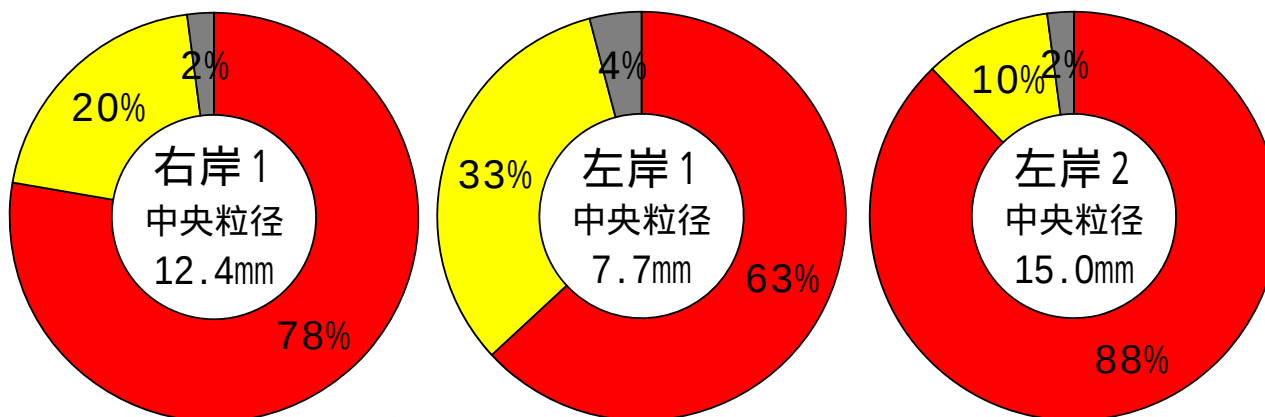
平成30年度安倍川のサンドバイパス養浜材採取箇所の任意の3地点について粒径調査を実施し、平成27年度地形変化シミュレーションの養浜条件(養浜砂の含有率:細粒0.2、粗粒0.8)と同程度であることを確認した。

【採取箇所】

安倍川東新田(養浜工1工区)



【粒径調査結果】



3地点を平均すると、
砂分 約2割、礫分 約8割となる。
(細粒) (粗粒)

粒度組成

- 礫 2mm ~ 75mm
- 砂 0.075mm ~ 2mm
- シルト 0.075mm ~

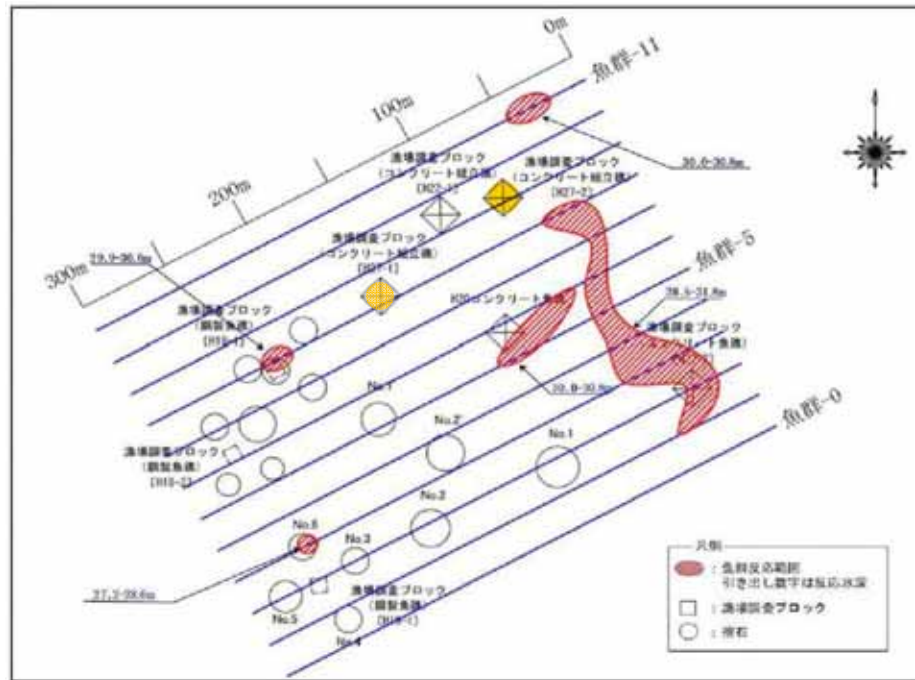
平成27年度地形変化シミュレーションの養浜条件

- ・代表粒径:細粒 $d=0.15\text{mm}$ 、粗粒 $d=10\text{mm}$
- ・養浜砂の含有率:細粒0.2、粗粒0.8

三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果(平成30年度)

95

コンクリート組立礁(設置年H27-1, H27-2)



○現地写真



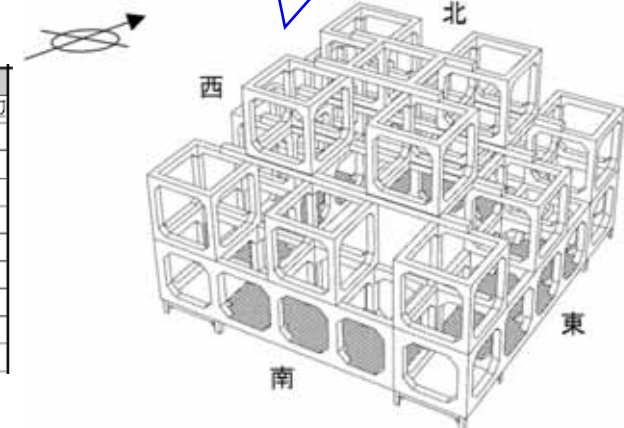
○魚類蛸集状況

H27-1

魚種名	体長	尾数	蛸集場所
1 ネンブツダイ	5cm	1000以上	漁場調査ブロック周辺
2 イシダイ	15cm	10	漁場調査ブロック内
3 イシガキダイ	20cm	1	漁場調査ブロック内
4 ゲンロクダイ	20cm	4	漁場調査ブロック内
5 キンチャクダイ	20cm	1	漁場調査ブロック内
6 ウツボ	30cm	1	漁場調査ブロック内
7 カワハギ	15cm	1	漁場調査ブロック内
8 ウマヅラハギ	15cm	1	漁場調査ブロック内
9 イサキ	20cm	40	漁場調査ブロック周辺
10 キタマクラ	15cm	2	漁場調査ブロック内
11 ハゼ類	5cm	1	漁場調査ブロック内
12 ヒラメ	20cm	1	漁場調査ブロック外
13 ハマチ	40cm	5	漁場調査ブロック上

H27-2

魚種名	体長	尾数	蛸集場所
1 ネンブツダイ	5cm	1000以上	漁場調査ブロック周辺
2 イシダイ	15cm	8	漁場調査ブロック内
3 イシガキダイ	20cm	2	漁場調査ブロック内
4 ゲンロクダイ	20cm	3	漁場調査ブロック内
5 キンチャクダイ	20cm	2	漁場調査ブロック内
6 ウツボ	30cm	2	漁場調査ブロック内
7 カワハギ	15cm	1	漁場調査ブロック内
8 ウマヅラハギ	15cm	1	漁場調査ブロック内
9 キタマクラ	15cm	1	漁場調査ブロック内
10 ヒゲダイ	20cm	1	漁場調査ブロック内



サンドボディの実態解析と促進策の検討

空中写真によるサンドボディの移動速度の確認

平成27年度第2回
清水海岸侵食対策検討委員会資料

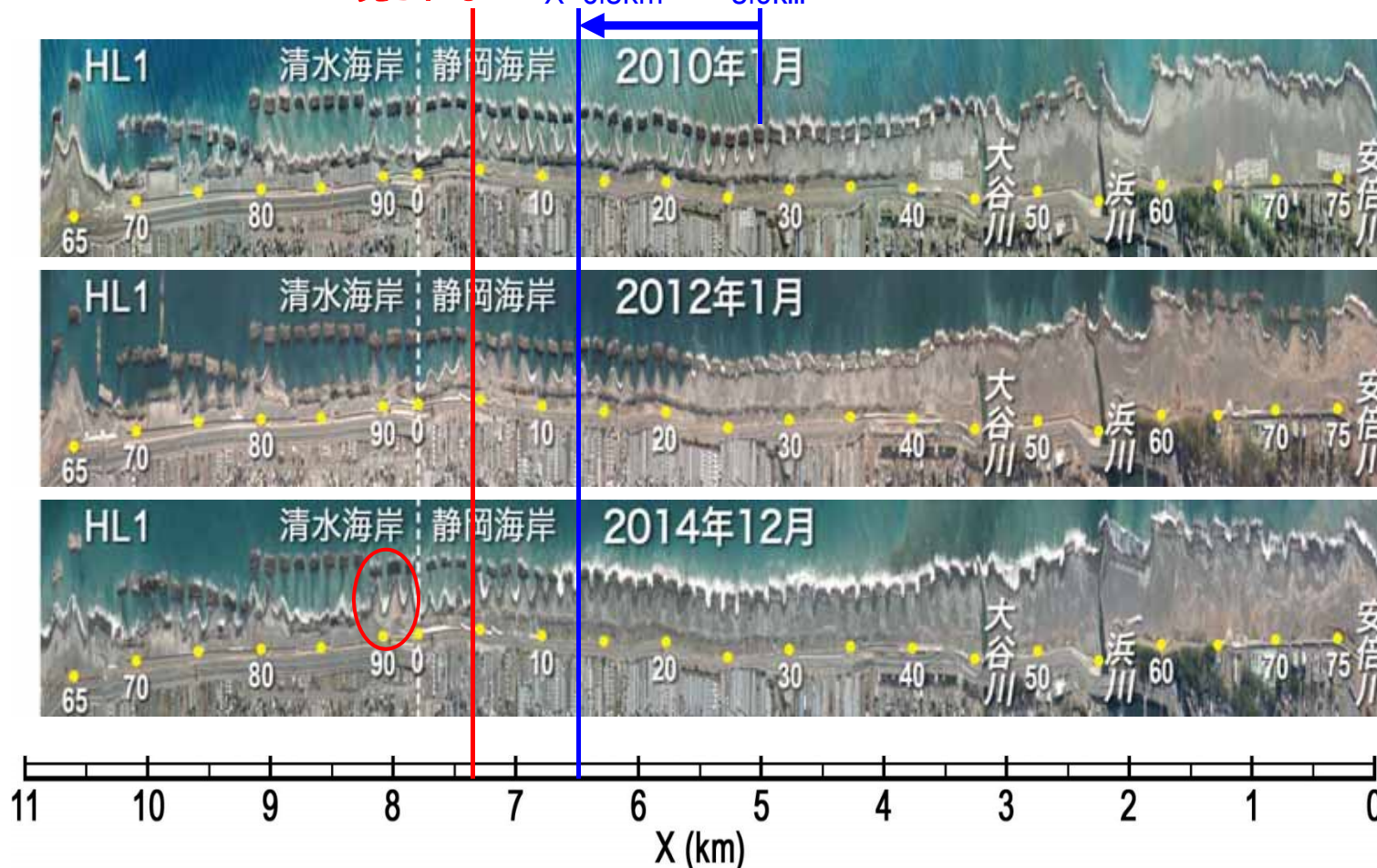
96

- 離岸堤背後の土砂が満砂状態の先端位置の移動速度は300m/年 である。
- 舌状砂州が発達する区域の先端位置の進行はほとんど見られず、過去に解析されたサンドボディ先端部の移動速度260m/年と比べて低下している。
- ただし、No.90付近はサンドボディ促進養浜の効果により、舌状砂州の発達が見られる。

サンドボディ移動速度

進行はほとんど
見られない 300m/年 (=1,500m/5年)
X=6.5km 5.0km

2010年から2014年の5年間の平均速度

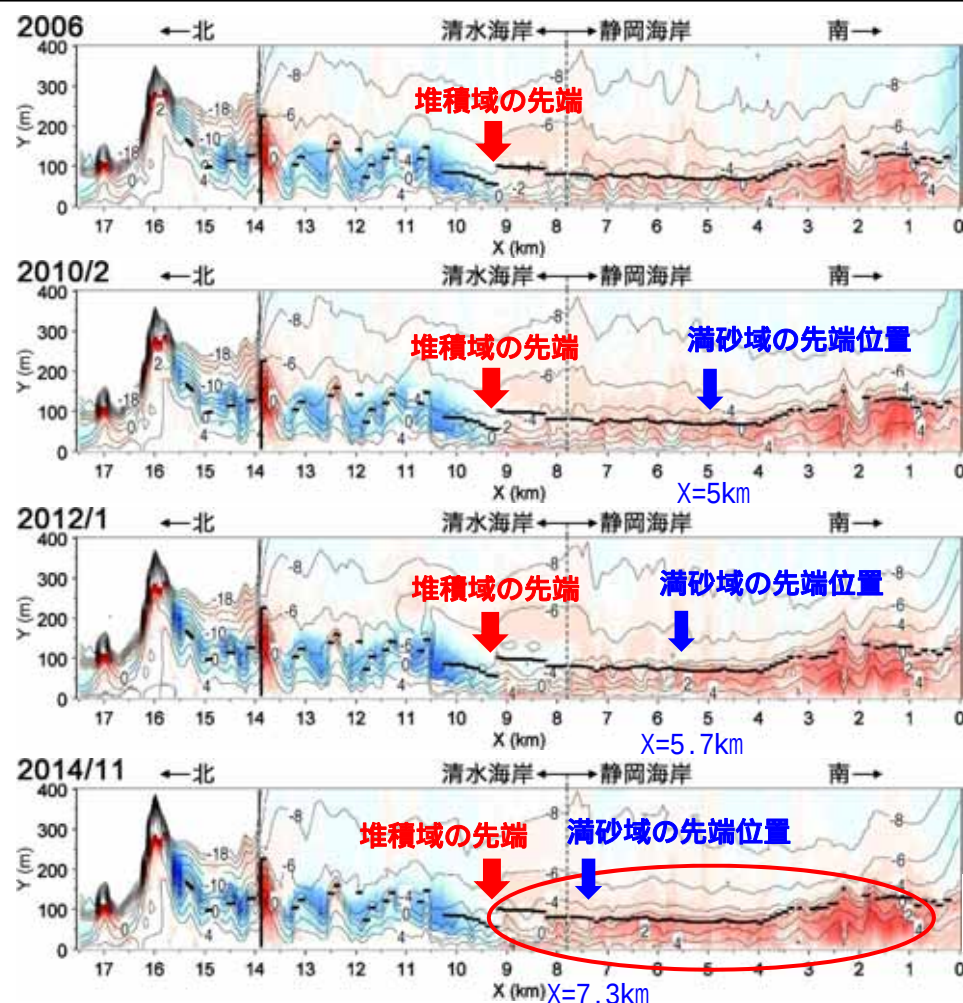


広域の地形変化特性（2006年～2014年）

- サンドボディの満砂域の先端（北端）は、2010/2、2012/1、2014/11でそれぞれ $X=5\text{km}$ 、 5.7km 、 7.3km と北向きに広がるとともに、 -2m の等深線が離岸堤の沖側まで移動し、離岸堤沖の地盤が浅くなった。
- 離岸堤背後の土砂の堆積域の先端が $X=9.2\text{km}$ にあってほとんど動いていないように見えるが、離岸堤背後の堆積域は時間経過とともに沖向きに拡大し、離岸堤背後の地盤高が全体に上昇している。
- サンドボディ（堆積域）は着実に北側に移動しているといえる。

展開座標による静岡・清水海岸
 の地形変化
 (1985年基準:2006年～2014年)

水深変化量(m)



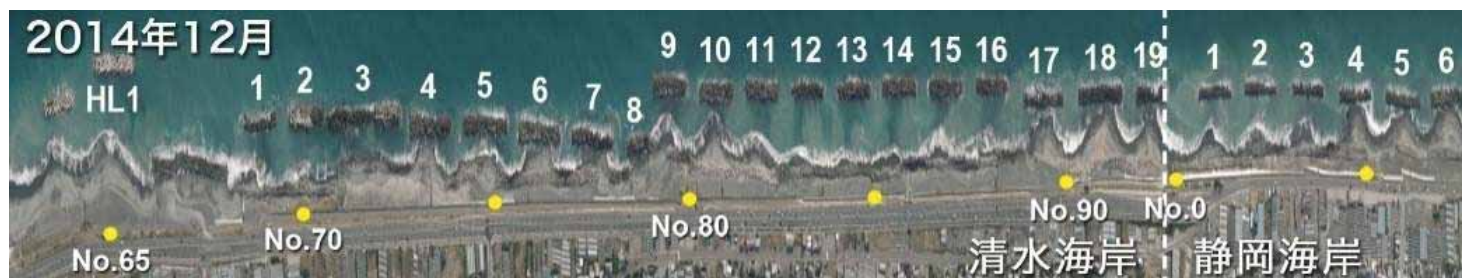
離岸堤背後の地盤高
 が全体的に上昇

- 将来予測計算により、サンドボディが今後どのように清水海岸の保全に寄与するか調べる。
- サンドボディ進行の実態を踏まえ、より効果的な侵食対策を検討する。

検討ケース		備考
再現計算	サンドボディが進行する離岸堤区間の実態を踏まえ、安倍川下流域(河床)からの養浜材の粗粒分をd=10mmとして地形変化を再現	-
将来予測	現状の養浜計画を継続した場合	-
将来予測	離岸堤を改良(沖出しや嵩下げ)し、 現状の養浜計画を継続した場合	- 清水海岸の1～8号離岸堤を改良(沖出しや嵩下げ) 9号離岸堤背後の消波堤を移設
将来予測	現状の養浜計画の配分を変更した場合	離岸堤区間への養浜投入(2万m³/年)を、ヘッドランド区間(1号上手)への投入に変更
将来予測	離岸堤を改良(沖出しや嵩下げ)し、 現状の養浜計画の配分を変更した場合	上記、を併せて実施

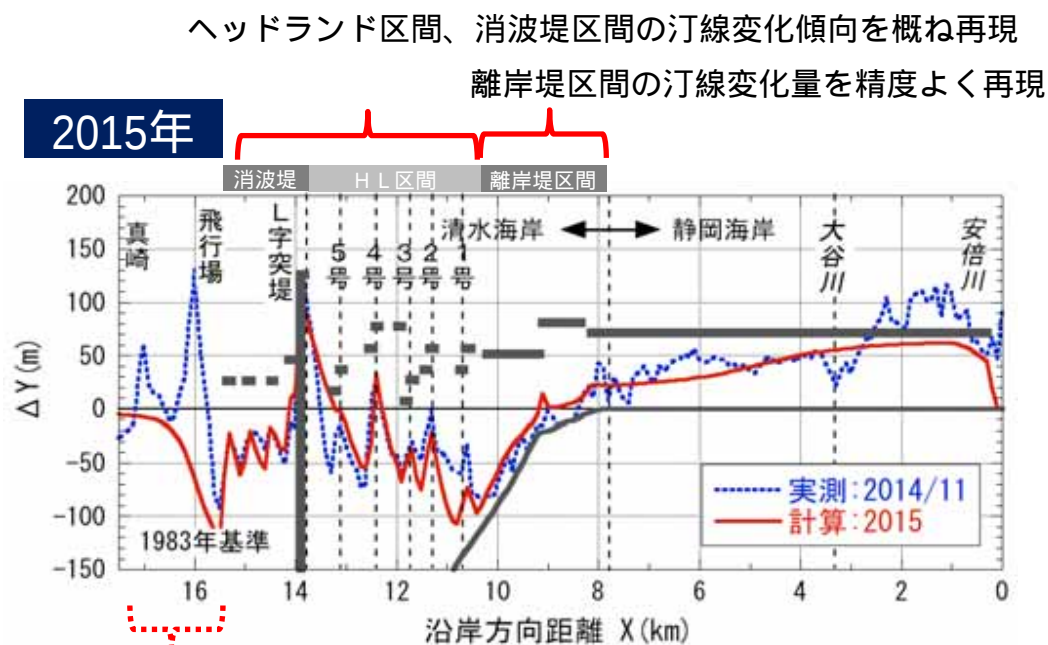
注) 養浜計画は、次頁参照のこと。

離岸堤Noは、下図参照のこと。



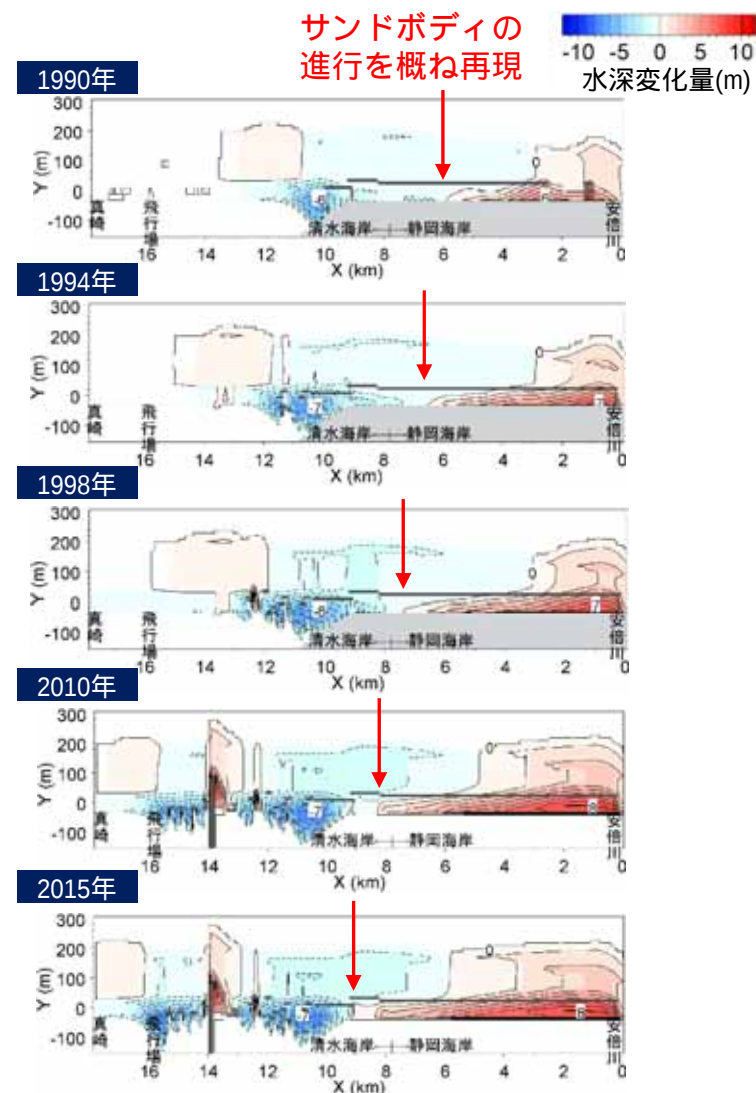
計算条件	
計算モデル	等深線・粒径変化モデル(熊田ら、2007): 広範囲かつ長期間における海浜地形の変化(等深線の前進・後退)が予測可能なモデル
計算期間	1968～2015年(47年間)の海浜変形を再現し、モデルの妥当性を確認した後、2015～2065年(50年間)の予測計算を実施
粒度構成	細粒 $d=0.15\text{mm}$ 、粗粒 $d=10\text{mm}$ 養浜砂の含有率: 0.2(細粒)、0.8(粗粒)
入射波条件	既往の静岡・清水海岸での予測計算実績より地形変化の再現性が高い波浪条件を採用 ■ 沖波波高 $H_0=3\text{m}$ 、周期 $T=9\text{s}$ 波高上位から約5%の波(5%出現頻度波) ...地形変化が生じる常時の時化(低気圧通過時など)に相当
境界条件	右端(上手端): 安倍川供給土砂($X=0 \sim 1\text{km}$) 1968～1983年: 静岡海岸への流入量 $Q_{in}=25\text{万m}^3/\text{年}$ (細粒: $25\text{万m}^3/\text{年}$, 粗粒: なし) 1983～2015年: $Q_{in}=18\text{万m}^3/\text{年}$ (細粒: $8\text{万m}^3/\text{年}$, 粗粒: $10\text{万m}^3/\text{年}$) 左端(下手端): 漂砂通過境界 岸沖端: $q_z = 0$ (漂砂の流出入なし)

- 離岸堤区間のサンドボディの進行（水深変化）と汀線変化、ヘッドランド区間から消波堤区間の概ねの汀線変化傾向を再現



計算上の境界条件
(評価対象外)

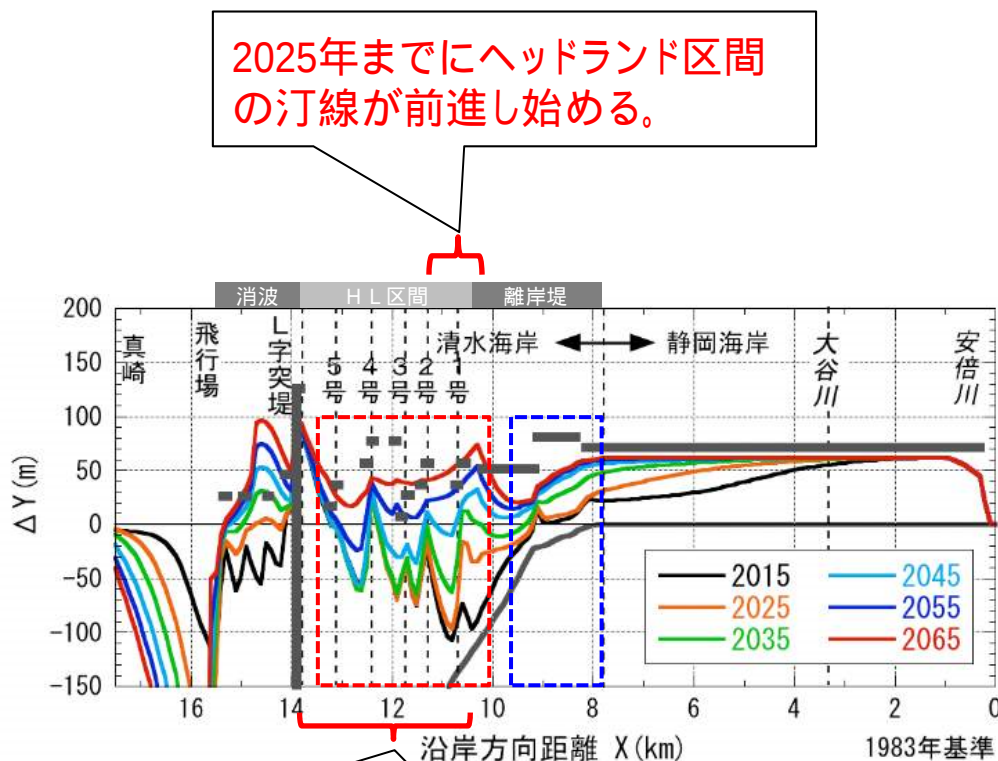
1983年を基準とした汀線変化量の沿岸方向分布



1983年を基準とした水深変化量

【現状の養浜計画の配分を変更した場合】

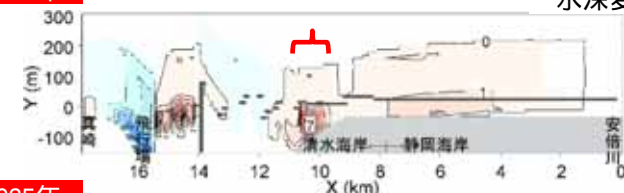
- 現行計画と同様に、離岸堤区間の堆積は進行、2025年までにヘッドランド区間の汀線が前進し始める（左図）。
- 現行計画と比べ、離岸堤区間の汀線前進量は少ないものの、ヘッドランド区間の汀線前進量は大きい。
（40～50年後には、ほぼ全域で1983年当時の汀線位置に回復する。）



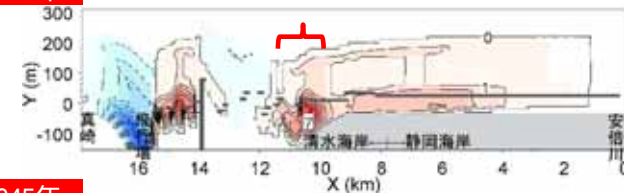
40～50年後には、ほぼ全域で1983年当時の汀線位置に回復

1983年を基準とした汀線変化量の沿岸方向分布

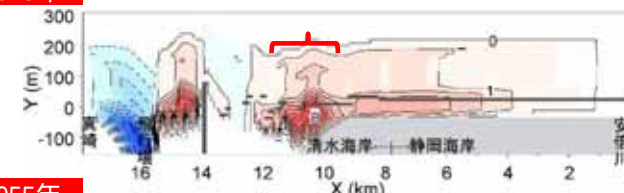
2025年



2035年



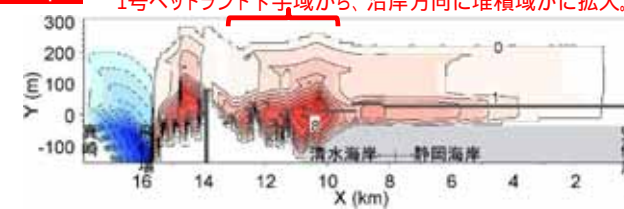
2045年



2055年



2065年



2015年を基準とした水深変化量

4. サンドリサイクル養浜材の採取方法の検討 参考資料

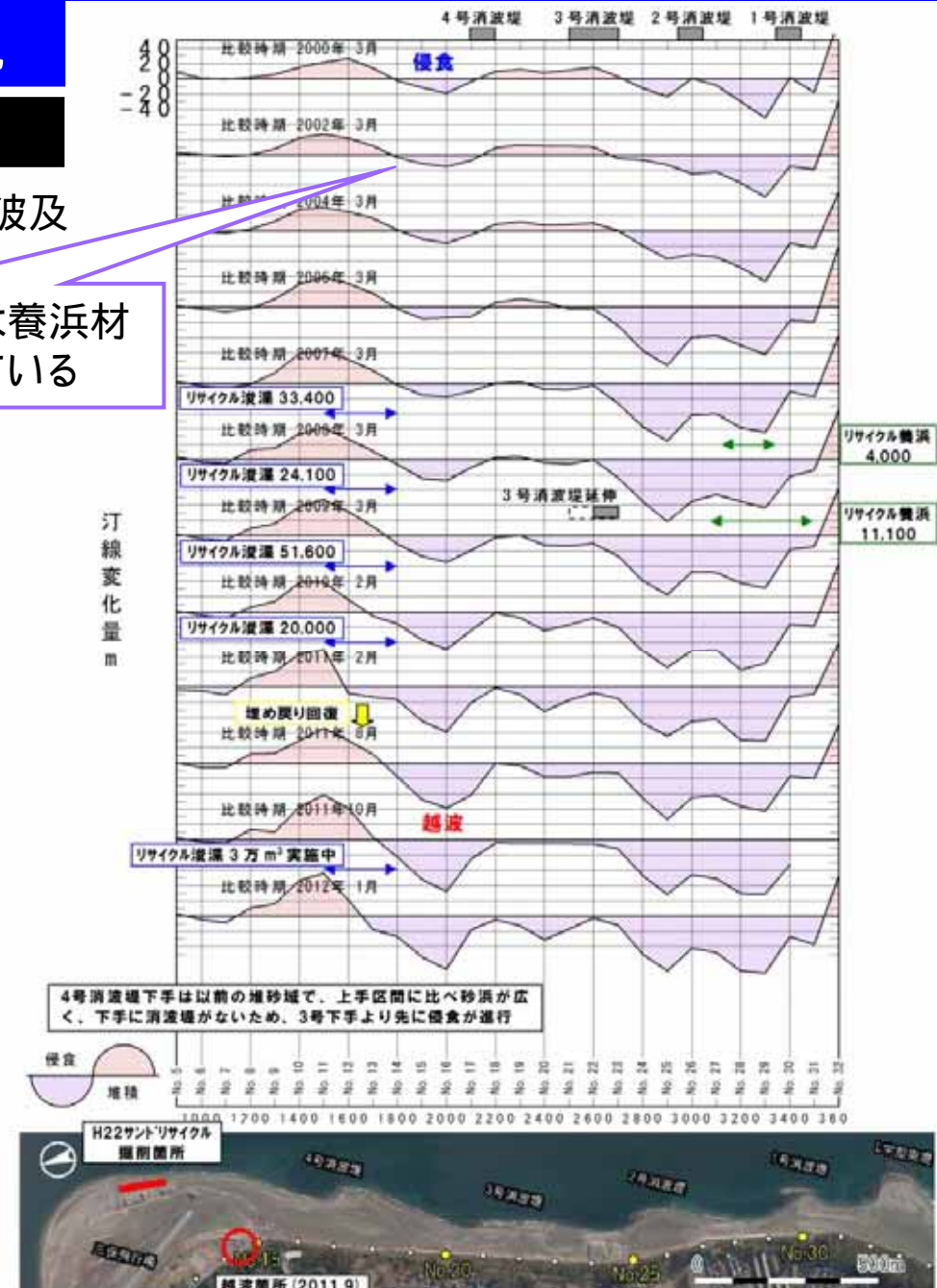
102

【参考】消波堤区間の地形変化状況

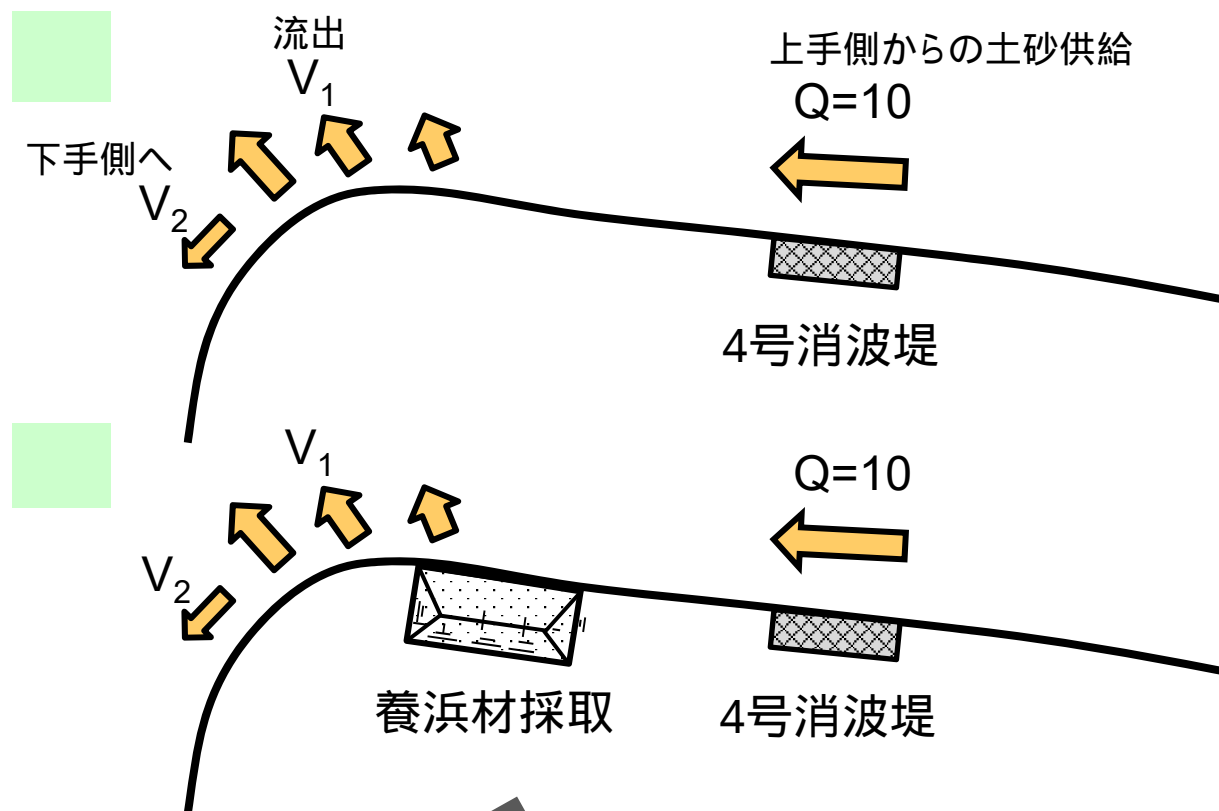
1995(H7)年3月測量基準の汀線位置変化量

・上手側海岸からの侵食が4号消波堤下手に波及

4号消波堤下手の侵食は養浜材採取前の時期から生じている

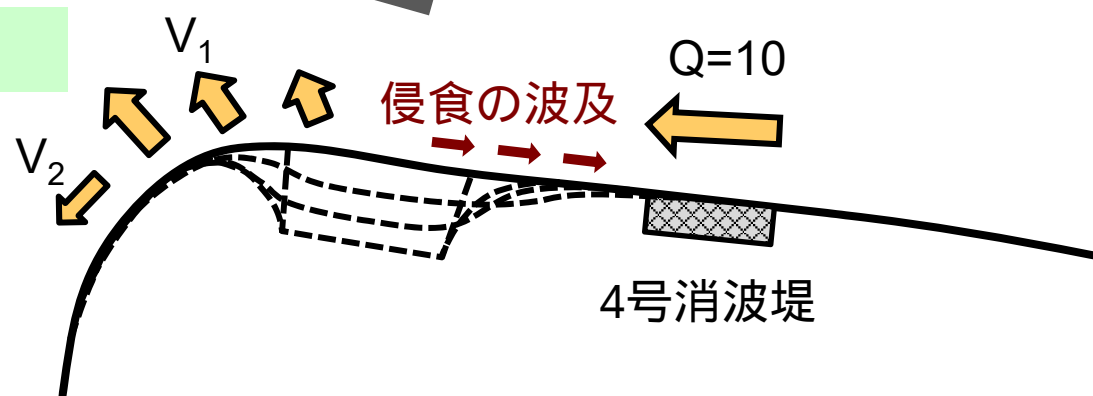


1995(H7)年3月は消波堤整備前
(1995(H7)～1996(H8)年度設置)



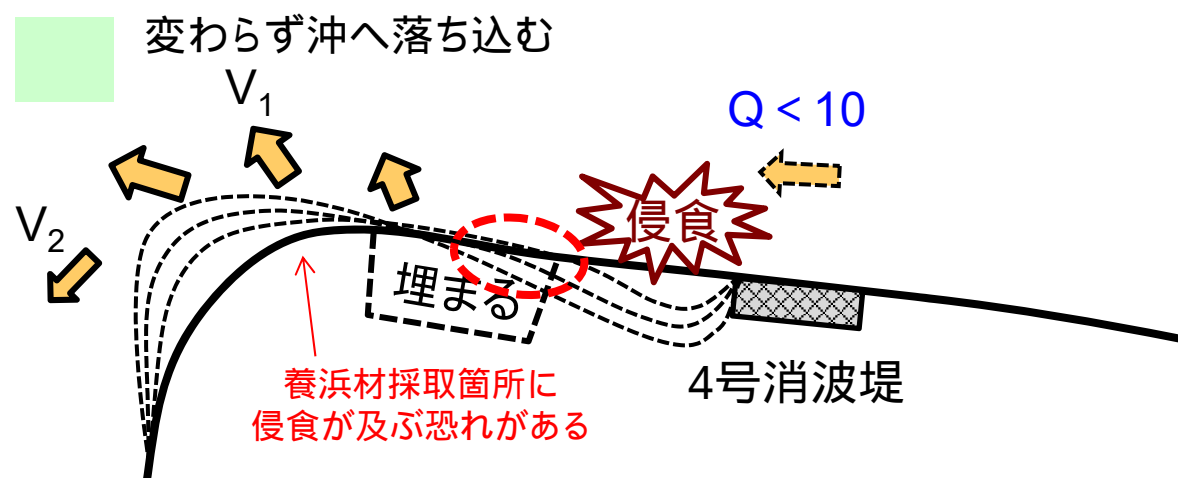
---上手側に影響する場合---

養浜材の採取が上手や下手側海岸に侵食の影響を及ぼす場合、のように採取箇所から上手、下手側に向かって侵食が波及すると推測される。



しかし、

- 採取箇所は埋め戻りが確認される
- 三保飛行場前面は変わらず沖側への堆積が進行
- 4号消波堤下手の侵食は消波堤の直下手から広がっている



- 4号消波堤下手の侵食度合が近年著しい傾向を示している。この侵食は4号消波堤上手からの土砂供給量の減少が主な原因と推定される。
- 侵食域がさらに下手側に広がった場合、サンドリサイクル養浜材採取箇所や採取量への影響が懸念される。

上手側からの土砂供給量を増やす必要がある。

侵食域が広がらないよう、侵食・堆積の境界（現在は測線No.13付近）より上手では採取しない。

- 現在の採取方法で採取を行っても、飛行場沖の移動限界水深以深に土砂が堆積（落ち込み）。その一方で、砂嘴はさらに北側に成長。
流出量を減らすためにサンドリサイクル養浜材を効果的に採取する必要がある。