

**第10回三保松原景観改善技術フォローアップ会議  
参考資料集**

**令和6年3月15日**

**静岡県**

# Ⅰ. 検討事項

## 1. 2号新堤の整備・養浜・既設消波堤の撤去に関する検討

- (1) 防護と景観の両立の取組経緯、スケジュール
- (2) 第9回フォローアップ会議における意見と対応
- (3) 2号新堤（南）の設置位置の見直し
  - ①第7回フォローアップ会議で決定した事項
  - ②2号新堤（南）の当初配置計画と変更配置計画
  - ③地形変化予測計算による防護評価
  - ④フォトモンタージュによる景観評価
- (4) 事業実施における課題と対応方針
  - ①養浜材確保の持続可能性
  - ②景観に配慮した養浜盛土
  - ③既設消波堤のブロック撤去

### (3) ③地形変化予測計算による防護評価 -計算条件-

- ・ 2号新堤（南）の配置を変更することにより、防護面で当初計画の目標である必要砂浜幅の確保が可能かどうか地形変化予測シミュレーションにより確認を行った。
- ・ 2号新堤（南）の当初配置計画（予測ケース1）と変更配置計画（予測ケース2）の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	右端 (X=2900 m)：等深線固定（漂砂の流入流出自由） 左端 (X=0 m)： $q = 0$ （漂砂の流入流出なし） 岸端 (Y=0 m)：等深線固定（漂砂の流入流出自由） 沖端 (Y=1020 m)： $q = 0$ （漂砂の流入流出なし）
計算対象領域	波浪変形計算：沿岸方向3,700m×岸沖方向1,020m 地形変化計算：沿岸方向1,800m×岸沖方向700m （予備計算領域X=2,900mを右側境界とした）	養浜条件	養浜は堤防前面での土砂の湧き出し方式で与える 盛土幅 $\Delta Y$ は20m 再現計算： 2010～2016年での総養浜量：158,700m <sup>3</sup> 2016～2018年での総養浜量：33,900m <sup>3</sup> 2018～2019年での総養浜量：51,000m <sup>3</sup> 2019～2020年での総養浜量：57,800m <sup>3</sup> 2020～2023年での総養浜量：274,550m <sup>3</sup> 将来予測：80,000m <sup>3</sup> /yr
計算ケース	再現計算：2010～2023年 予測計算：ケース1 当初配置計画 ケース2 変更配置計画（2号新堤(南)を28.3m沖出し）	構造物の波高伝達率 (Kt)	L型突堤：沖側0.95, 岸側0.8、1号消波堤：0.6、 1号突堤：横堤0.7, 縦堤：0.7、下手側根固工：0.9 2号消波堤（2010-2017, 2021-2023）：0.7, 被災2号消波堤（2017-2023）：0.9、下手側の根固工：0.9 3号消波堤：0.5、4号消波堤：0.5 2号突堤 横堤：0.7, 縦堤：0.7 2号新堤（南）（北）：0.7
計算期間	再現計算：2010年9月～2023年12月（13年間） 予測計算：20年間	初期地形	再現計算：2010年9月深淺図（水深16m以深は固定床） 予測計算：2023年12月の再現地形
入射波条件	波高H=3.0m、周期T=9.0s（5%出現頻度波） 波向 $\theta_w=N142^\circ E$ （試行計算により決定）	入射波条件	波高H=3.0m、周期T=9.0s（5%出現頻度波） 波向 $\theta_w=N142^\circ E$ （試行計算により決定）
潮位条件	M. S. L. $\pm 0.0m$	潮位条件	M. S. L. $\pm 0.0m$
空間メッシュ	$\Delta X=20m$	空間メッシュ	$\Delta X=20m$
時間間隔 $\Delta t$	$\Delta t=10hr/step$	時間間隔 $\Delta t$	$\Delta t=10hr/step$
ステップ数	876step/yr	ステップ数	876step/yr
平衡勾配	陸上 $\sim -8m \tan \beta c = 1/7$ , $-8m$ 以深 $\tan \beta c = 1/10$	平衡勾配	陸上 $\sim -8m \tan \beta c = 1/7$ , $-8m$ 以深 $\tan \beta c = 1/10$
土砂落ち込みの限界勾配	$\tan \beta g = 1/2$ , 水深17m以深では $\tan \beta g = 1/20$	土砂落ち込みの限界勾配	$\tan \beta g = 1/2$ , 水深17m以深では $\tan \beta g = 1/20$
漂砂の水深方向分布	宇多・河野の3次式	漂砂の水深方向分布	宇多・河野の3次式
波による地形変化の限界水深	X=1200~1400m : $hc=11\sim 14m$ , X=1400~1900m : $hc=14m$ , X=1900~2100m : $hc=14\sim 16m$ , X=2100~2300m : $hc=16m$ , X=2300~3000m : $hc=16\sim 9m$	波による地形変化の限界水深	X=1200~1400m : $hc=11\sim 14m$ , X=1400~1900m : $hc=14m$ , X=1900~2100m : $hc=14\sim 16m$ , X=2100~2300m : $hc=16m$ , X=2300~3000m : $hc=16\sim 9m$
バーム高	$h_R = 3m$	バーム高	$h_R = 3m$
漂砂量係数	再現計算 $K_x=0.034$ , $K_y/K_x=1.0$ , $K_2=1.62K_x$	漂砂量係数	再現計算 $K_x=0.034$ , $K_y/K_x=1.0$ , $K_2=1.62K_x$

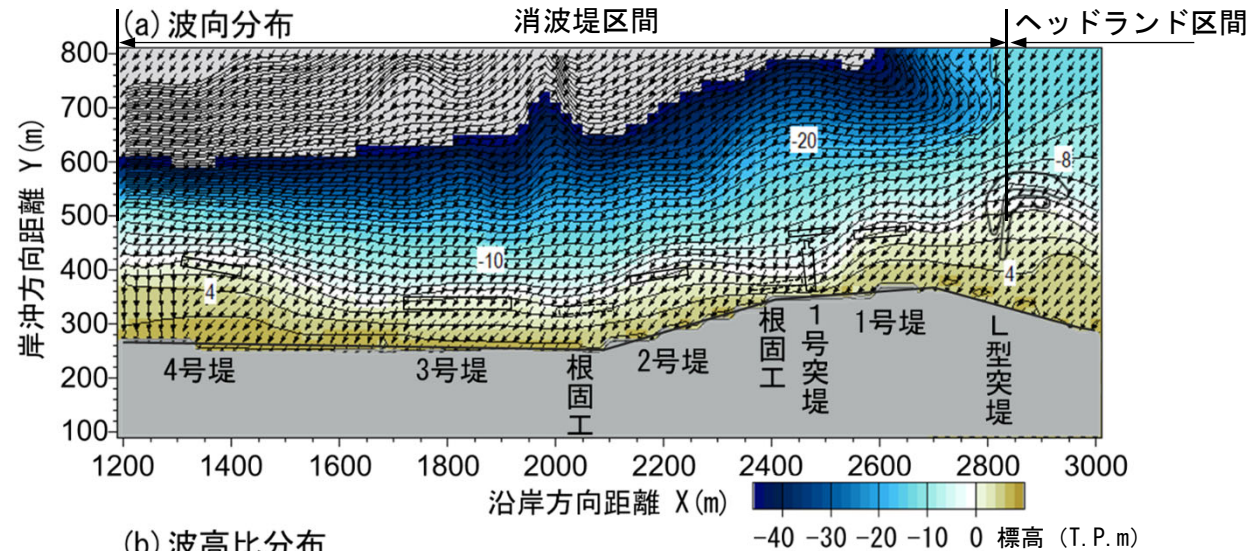
#### ■ 計算対象領域



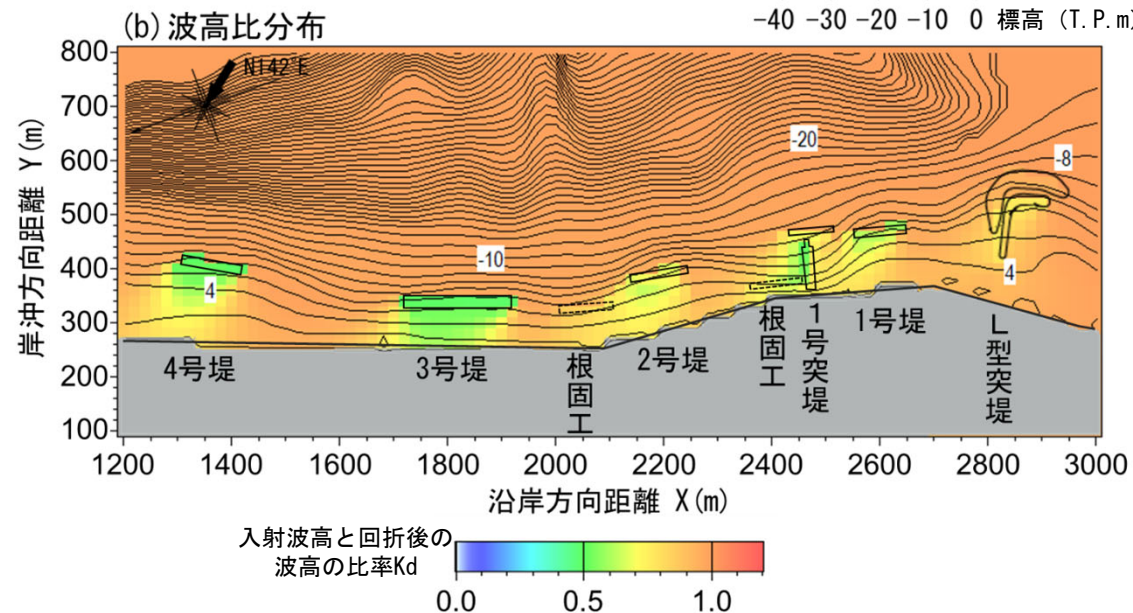
### (3) ③地形変化予測計算による防護評価 一波浪算定結果一

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

#### ■波向分布



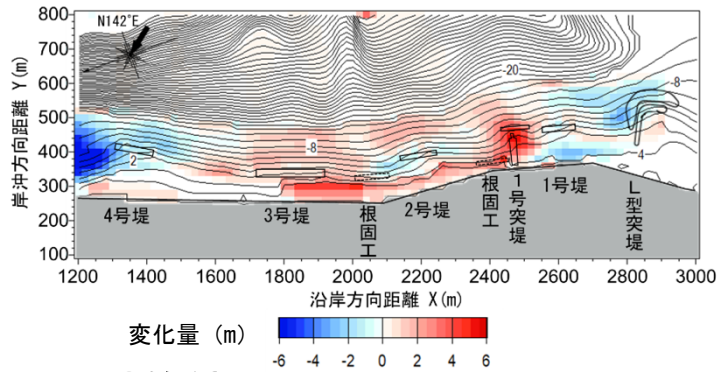
#### ■波高比分布



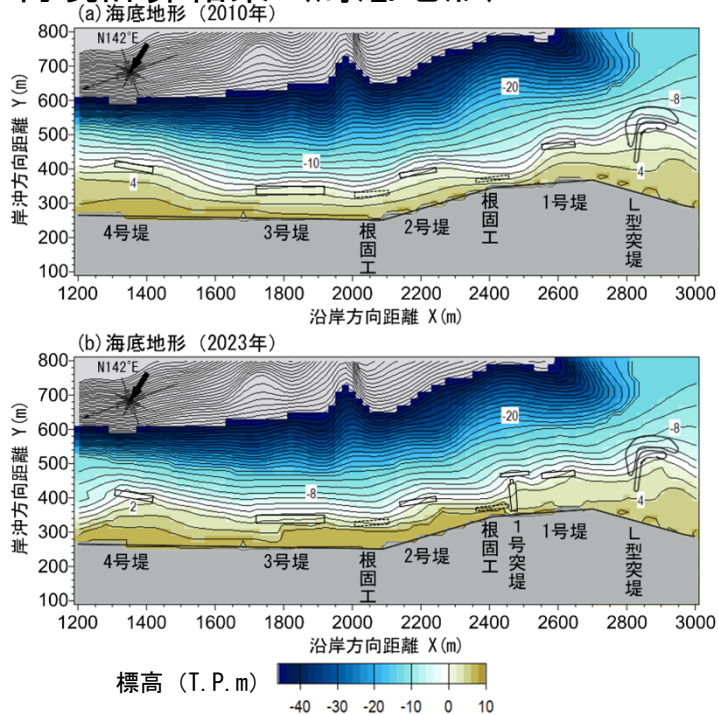
# (3) ③地形変化予測計算による防護評価 ー再現計算結果①(汀線変化量)ー

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

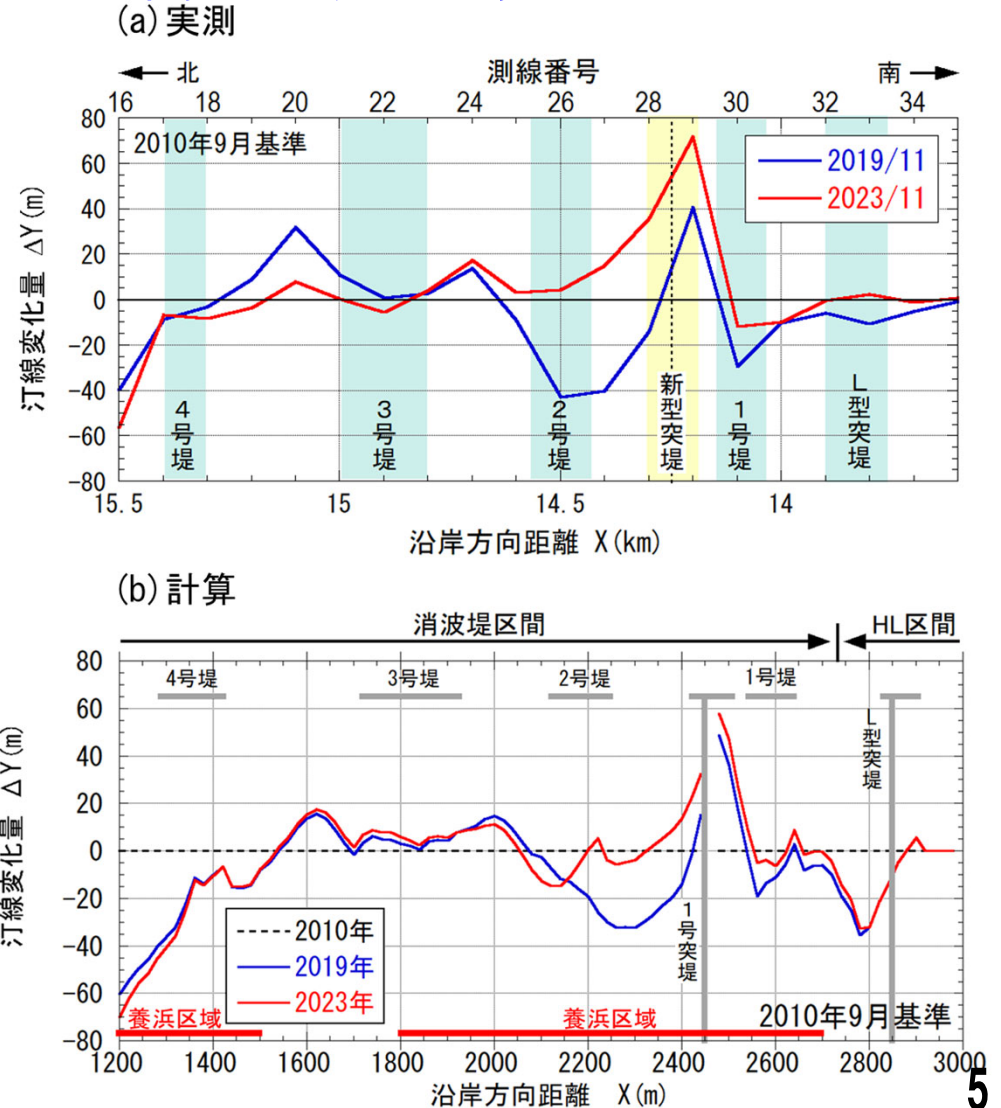
## ■実測の地形変化量 (2010年～2023年)



## ■再現計算結果 (海底地形)

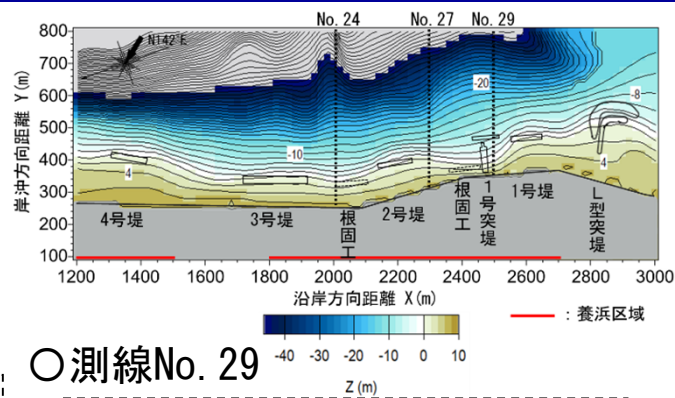


## ○汀線変化量(実測と計算)



# (3) ③地形変化予測計算による防護評価 –再現計算結果②(海浜断面地形変化)–

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

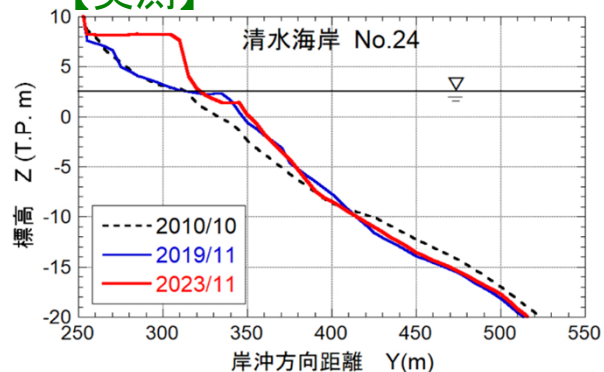


## ■海浜断面地形変化 (実測と計算)

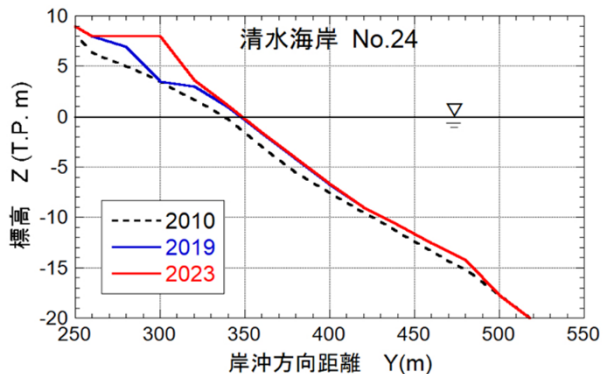
### ○測線No. 24

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

#### 【実測】



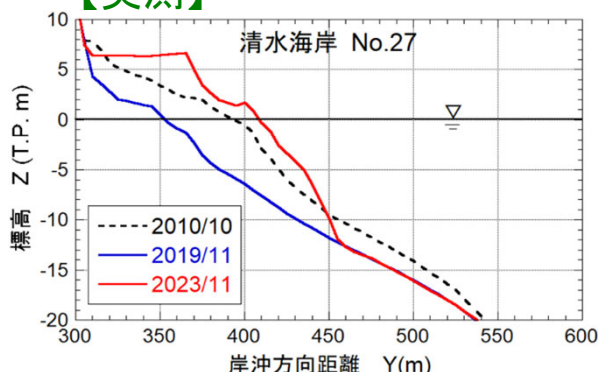
#### 【計算】



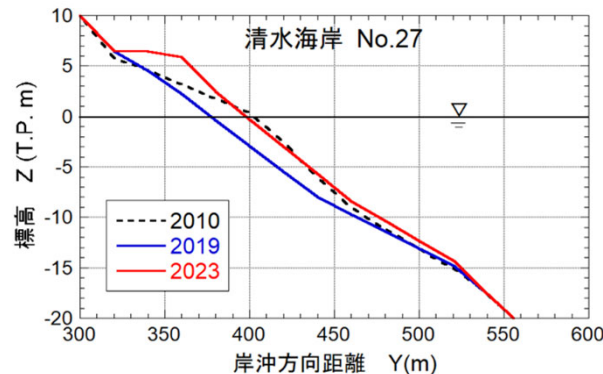
### ○測線No. 27

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

#### 【実測】



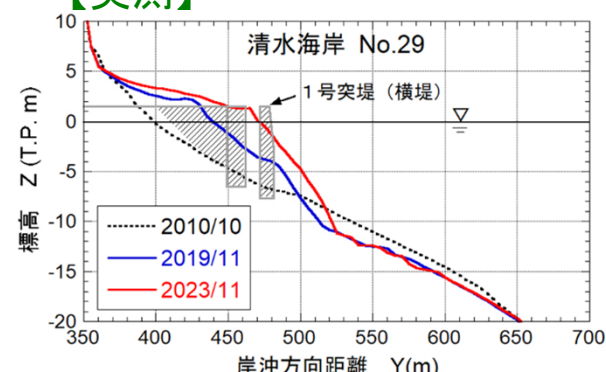
#### 【計算】



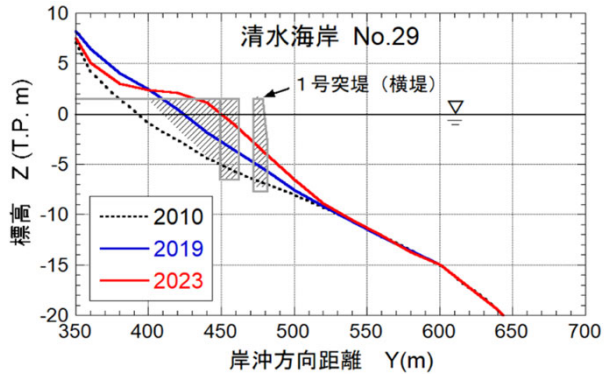
### ○測線No. 29

実測の1号突堤より岸側と沖側の堆積が計算で再現された。

#### 【実測】



#### 【計算】

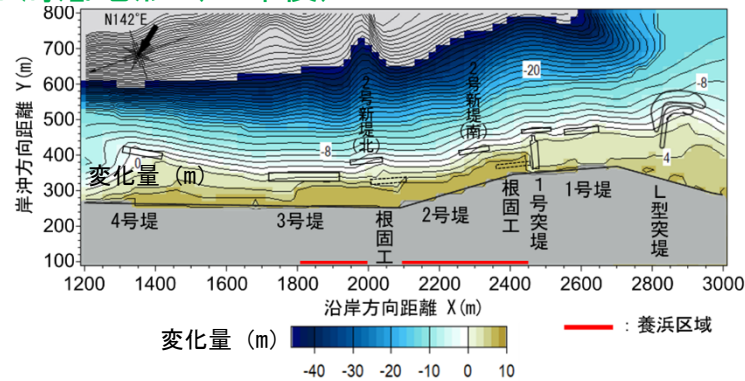


# (3) ③地形変化予測計算による防護評価 -将来計算結果(ケース1)-

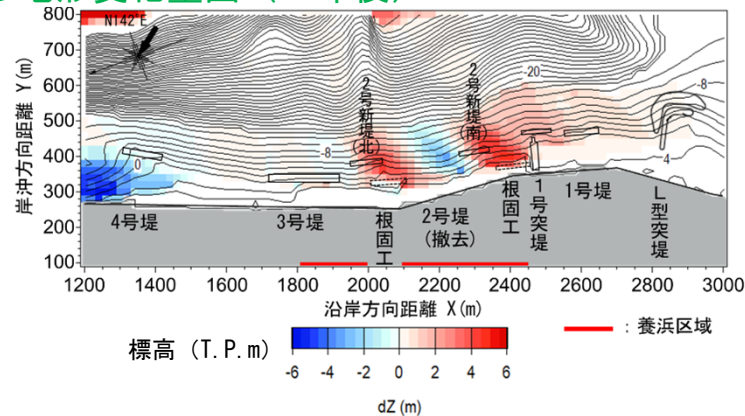
## 【ケース1:当初配置計画】

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

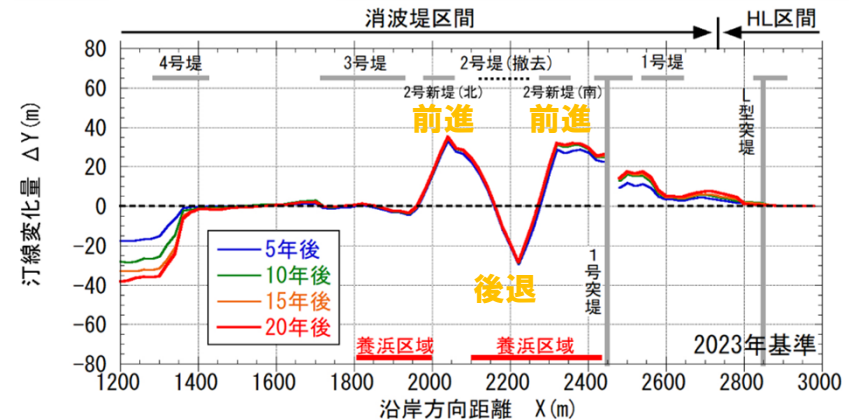
### ○海底地形(20年後)



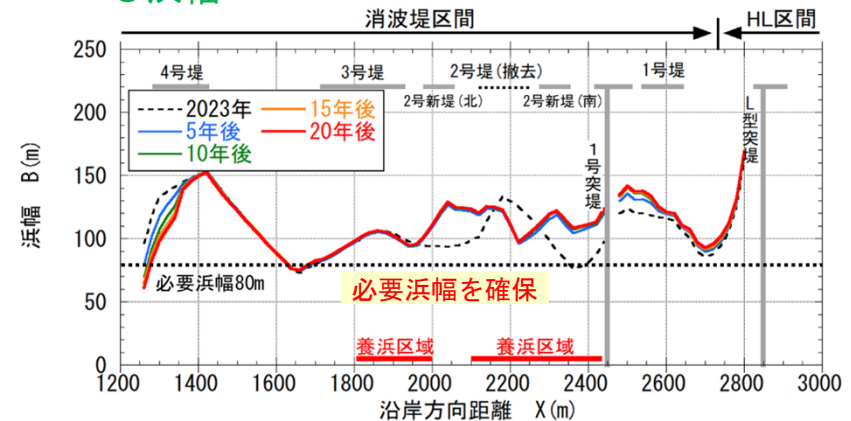
### ○地形変化量図(20年後)



### ○汀線変化量



### ○浜幅

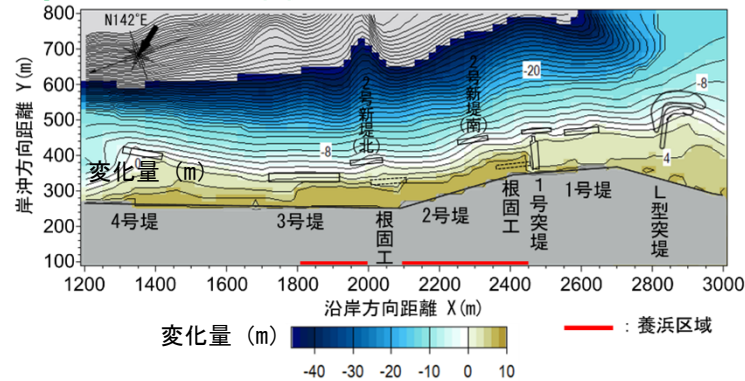


# (3) ③地形変化予測計算による防護評価 -将来計算結果(ケース2)-

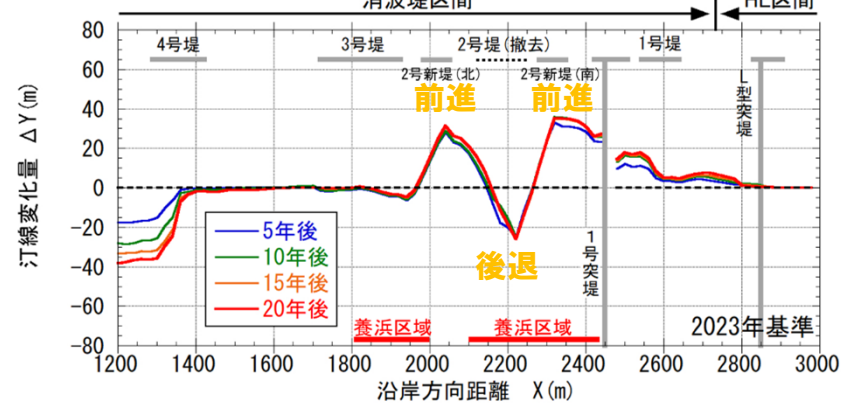
## 【ケース2:変更配置計画】 2号新堤(南)を約28m沖出し

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

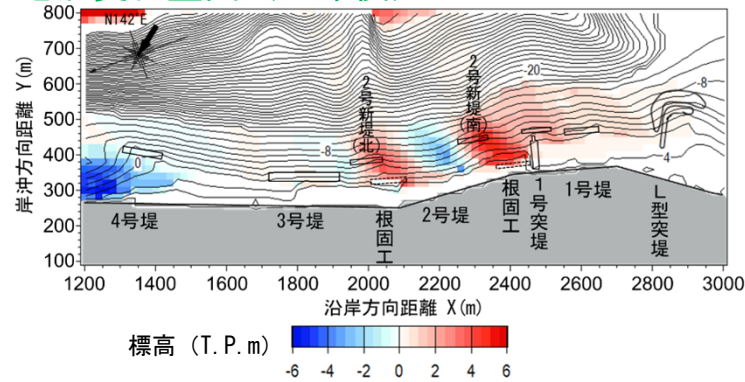
○海底地形(20年後)



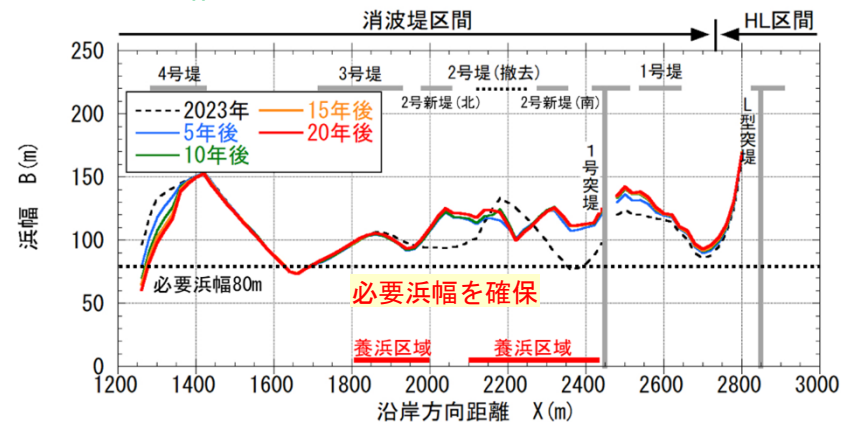
○汀線変化量



○地形変化量図(20年後)



○浜幅





# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 既往数値シミュレーション結果の検証 –

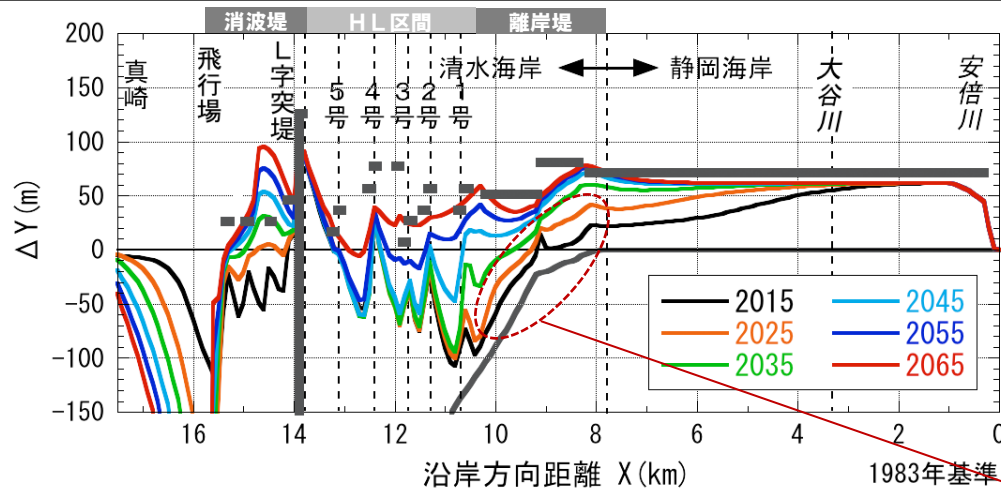
## 1) 既往数値シミュレーション結果の検証

- H27年度に実施した砂浜回復域の数値シミュレーションについて、予測と実測との比較(効果検証)を行った。
- 予測では、離岸堤区間の堆積が進行し、2025年までにヘッドランド区間の汀線が前進し始める予測であった。(2065年には、ほぼ全域で1983年当時の汀線位置に回復する結果であった。)
- 予測と実測の2015~2025年の汀線変化を比較すると、両者とも離岸堤区間の汀線前進が確認され、実測の方が前進量はやや大きいが、予測と実測で汀線の前進傾向は概ね合致している。

### ■ H27年度予測計算結果

#### ○ 養浜条件

- ・ ヘッドランド区間 : 6万m<sup>3</sup>/年
- ・ 離岸堤区間 : 2万m<sup>3</sup>/年

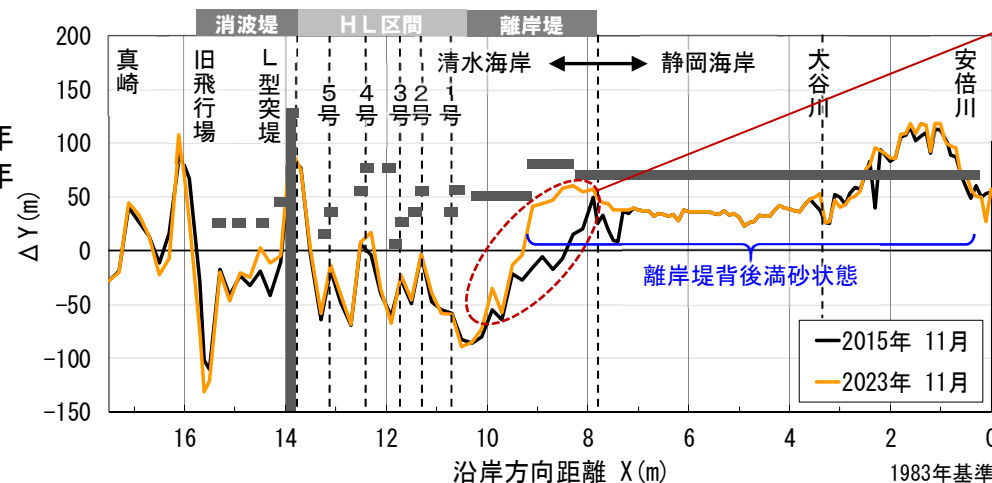


※離岸堤区間の養浜量は予測と実測で概ね同じ量であった。波浪条件は、予測計算では長期統計の平均的な波浪条件での検討に対して、実測の2015~2022年の期間中は高波浪が多い年と少ない年の両方の時期での結果である。

### ■ 実測

#### ○ 養浜実績 (2011~2022年度)

- ・ ヘッドランド区間 : 8.1万m<sup>3</sup>/年
- ・ 離岸堤区間 : 1.8万m<sup>3</sup>/年



離岸堤区間で  
2015~2023年間に  
汀線が前進



予測と実測で  
汀線の前進傾向は  
概ね合致している

実測の2023年時点では  
ヘッドランド区間の汀線  
前進は見られない。

1983年を基準とした汀線変化量の沿岸方向分布

## (4) ①養浜材確保の持続可能性 – 既往数値シミュレーションの概要 –

H27年度第2回清水海岸侵食対策検討委員会資料抜粋

- 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①	現状の養浜計画を継続した場合	-
将来予測②	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>清水海岸の1~8号離岸堤を改良(沖出しや嵩下げ)</li> <li>9号離岸堤背後の消波堤を移設</li> </ul>
将来予測③	現状の養浜計画の配分を変更した場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>離岸堤区間への養浜投入(2万m<sup>3</sup>/年)を、ヘッドランド区間(1号上手)への投入に変更</li> </ul>
将来予測④	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記②、③を併せて実施</li> </ul>

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。



# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 — 既往数値シミュレーションの概要 —

H27年度第2回清水海岸侵食対策検討委員会資料抜粋

海岸		清水海岸									静岡海岸		
養浜の別		サンドリサイクル養浜		安倍川下流域からのサンドバイパス養浜									
区間		[消波堤区間]		[ヘッドランド区間]					[離岸堤区間]		滝ヶ原川上手	安倍川下手	
区間(細)		飛行場(採取)	No.3~1	L突堤~No.5	No.5~4	No.4~3	No.3~2	No.2~1	No.1上手	増・蛇塚			
延長(km)		15.7-16	14.1-14.7	13.3	12.5-12.7	12	11.4	10.8	10.2-10.4	9.1-9.6	8-8.3	5.8-7.8	0-2.2
再現計算	1989-1993			9,000					8,000				
	1994-1997			5,000	17,000	17,000			31,000				
	1998-2009	-9,000	1,300	4,400	10,400	10,200		1,300	18,300	4,800	6,300	5,300	6,700
	2010-2014	-28,400	24,400	6,700	15,400	6,000	6,900	2,900	37,200	2,500	13,500		
将来予測①		-50,000	50,000	5,000	15,000	5,000	5,000	0	30,000	0	20,000	0	0
将来予測②		-50,000	50,000	5,000	15,000	5,000	5,000	0	30,000	0	20,000	0	0
将来予測③		-50,000	50,000	5,000	15,000	5,000	5,000	0	50,000	0	0	0	0
将来予測④		-50,000	50,000	5,000	15,000	5,000	5,000	0	50,000	0	0	0	0

注) 増・蛇塚離岸堤区間の養浜条件

養浜実績 1998~2009: No.69~80(7,622m<sup>3</sup>/年) No.80~92(10,024m<sup>3</sup>/年)

2010~2014: No.69~80(2,540m<sup>3</sup>/年) No.80~92(13,891m<sup>3</sup>/年)

養浜(計算で与えた養浜量)

1998~2009(62.9%): No.69~80(4,794m<sup>3</sup>/年) No.80~92(6,305m<sup>3</sup>/年)

2010~2014(97.0%): No.69~80(2,464m<sup>3</sup>/年) No.80~92(13,475m<sup>3</sup>/年)

**離岸堤区間への養浜投入(2万m<sup>3</sup>/年)を、ヘッドランド区間(1号上手)への投入に変更** **離岸堤区間への養浜(m<sup>3</sup>/年)**

## (4) ①養浜材確保の持続可能性 – 既往数値シミュレーションの概要 –

H27年度第2回清水海岸侵食対策検討委員会資料抜粋

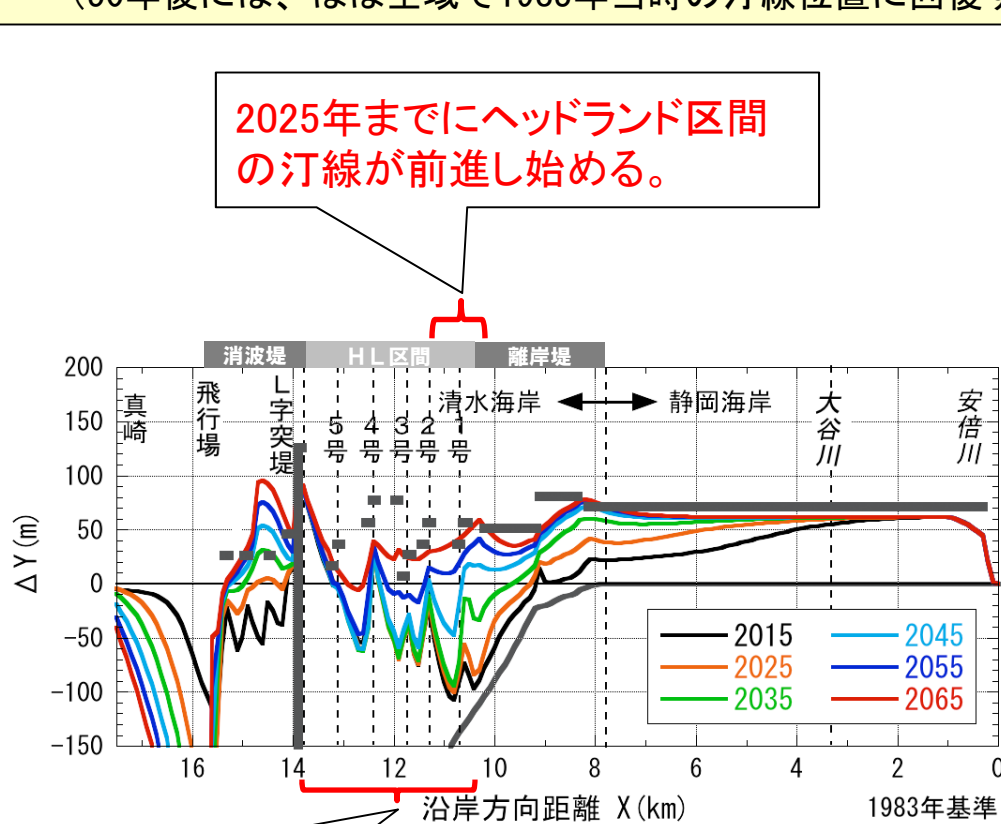
計算条件	
計算モデル	等深線・粒径変化モデル(熊田ら、2007): 広範囲かつ長期間における海浜地形の変化(等深線の前進・後退)が予測可能なモデル
計算期間	1968～2015年(47年間)の海浜変形を再現し、モデルの妥当性を確認した後、2015～2065年(50年間)の予測計算を実施
粒度構成	細粒 $d=0.15\text{mm}$ 、粗粒 $d=10\text{mm}$
入射波条件	既往の静岡・清水海岸での予測計算実績より地形変化の再現性が高い波浪条件を採用 ■ 沖波波高 $H_0=3\text{m}$ , 周期 $T=9\text{s}$ ※ 波高上位から約5%の波(5%出現頻度波) …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)

# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 既往数値シミュレーションの概要 –

H27年度第2回清水海岸侵食対策検討委員会資料抜粋

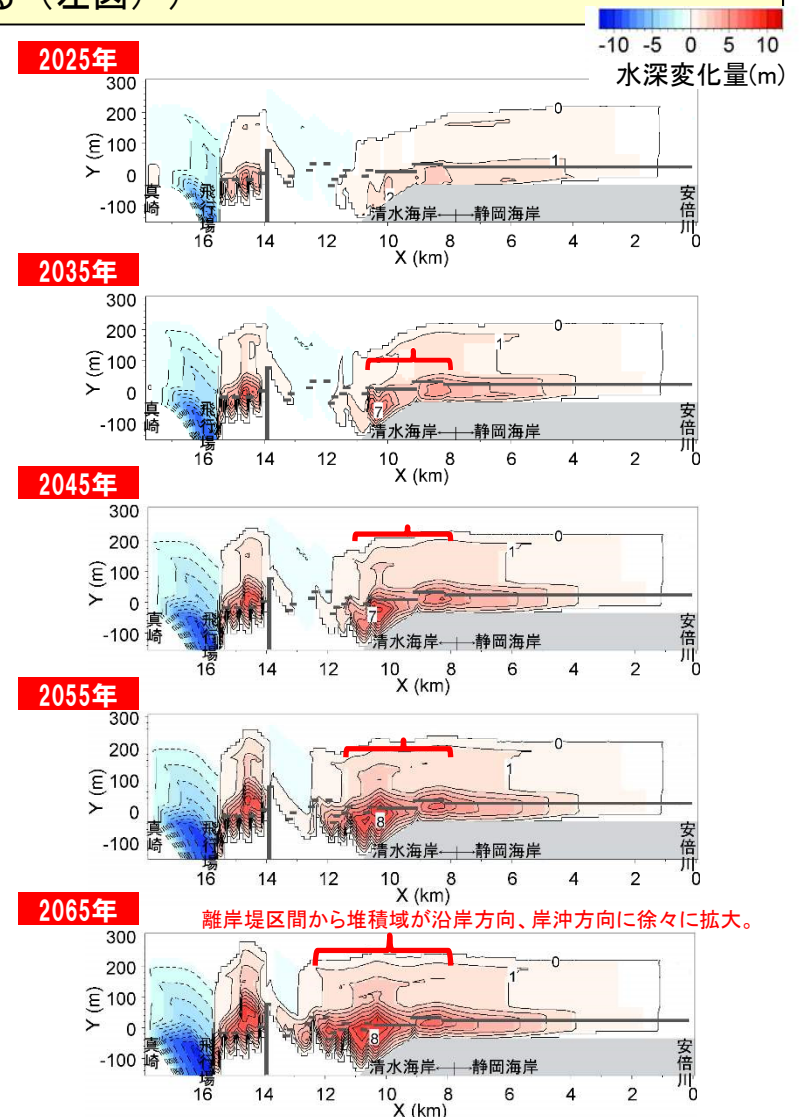
## 【現状の養浜計画を継続した場合】

- ▶ 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）  
（50年後には、ほぼ全域で1983年当時の汀線位置に回復する（左図））



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



2015年を基準とした水深変化量

## (4) ① 養浜材確保の持続可能性 — 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 —

### 2) 数値シミュレーションの計算条件 — 計算条件 —

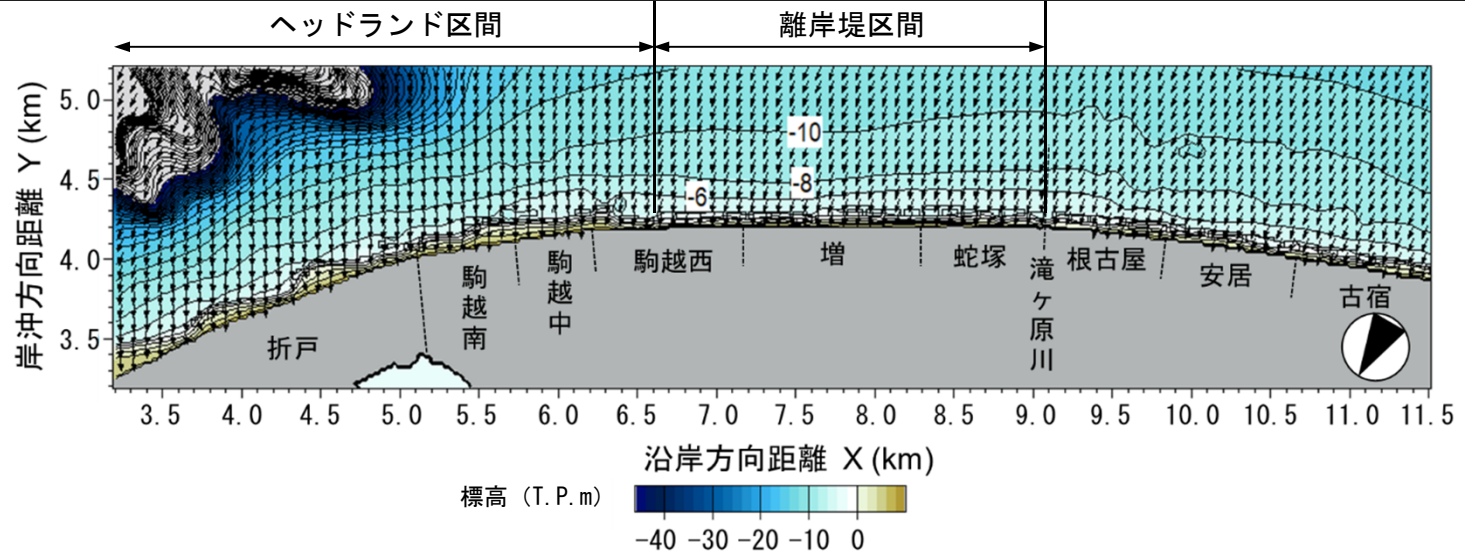
計算モデル	地形変化計算：粒径を考慮したBGモデル 波浪場の計算：エネルギー平衡方程式
計算対象領域	波浪変形計算：沿岸方向13,500m, 岸沖方向7,000m 地形変化計算：沿岸方向8,400m (X = 11,510~11,600mは助走区間) 岸沖方向2,000m
計算ケース	再現・予測計算 Case 1：放置 Case 2：養浜3万m <sup>3</sup> /yr (8,9号堤間) Case 3：養浜8万m <sup>3</sup> /yr (HL区間)
計算期間	再現計算：2012年1月~2022年11月 (10年間), 予測計算：30年間
初期地形	再現計算：2012年1月の深淺図 (水深4m以深は固定床), 予測計算：2022年の再現地形
入射波条件	波高H = 3.0m, 周期T = 9.0s (5%出現頻度波浪), 波向 $\theta_w = N175^\circ E$ (卓越波向)
潮位条件	M. S. L. $\pm 0.0m$
空間メッシュ	$\Delta X = \Delta Y = 20m$
時間間隔 $\Delta t$	$\Delta t = 5 \text{ h/step}$
ステップ数	1752 step/yr
平衡勾配 $\tan\beta_g$	陸上~-4m : 1/10 (砂礫), -4m以深 : 1/50 (細砂)
土砂落ち込みの限界勾配	$\tan\beta_g = 1/2$
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	$h_c = 7m$
バーム高	$h_R = 3m$
漂砂量係数	$K_x = 0.013, K_y/K_x = 1.0, K_z = 1.62K_x$
境界条件	右左端：開境界, 岸沖端：漂砂の流入流出なし 養浜：堤防前面での土砂の湧き出し方式, 盛土幅 $\Delta Y$ は20m.
養浜条件	再現計算： 離岸堤区間 (X = 8,000~8,880m) 2012~2022年での総養浜量：200,360m <sup>3</sup> No. 82~No. 91間での実績養浜量：19,477m <sup>3</sup> /yrの平均値 HL区間 (X = 3560~6640m) 2012~2022年での総養浜量：828,900m <sup>3</sup> No. 36~No. 68間での実績養浜量：76,750m <sup>3</sup> /yrの平均値  予測計算： Case 1：放置 Case 2：養浜30,000m <sup>3</sup> /yr (X = 7,660~7,700m) Case 3：養浜80,000m <sup>3</sup> /yr (X = 3,560~6,640m)
離岸堤・消波堤の波高伝達率 ( $K_t$ )	静岡海岸離岸堤：0.3, 清水1号堤：0.6, 清水2-8号堤：0.5, 清水9-19号堤：0.3, 消波工：0.2, 1号HL：0.6, 2-3号HL：0.4, 3号HL沖：0.7, 4-5号HL：0.5, 消波堤区間：0.7
その他	X = 11,510~11,600m区間は助走区間

# (4) ①養浜材確保の持続可能性 –消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期–

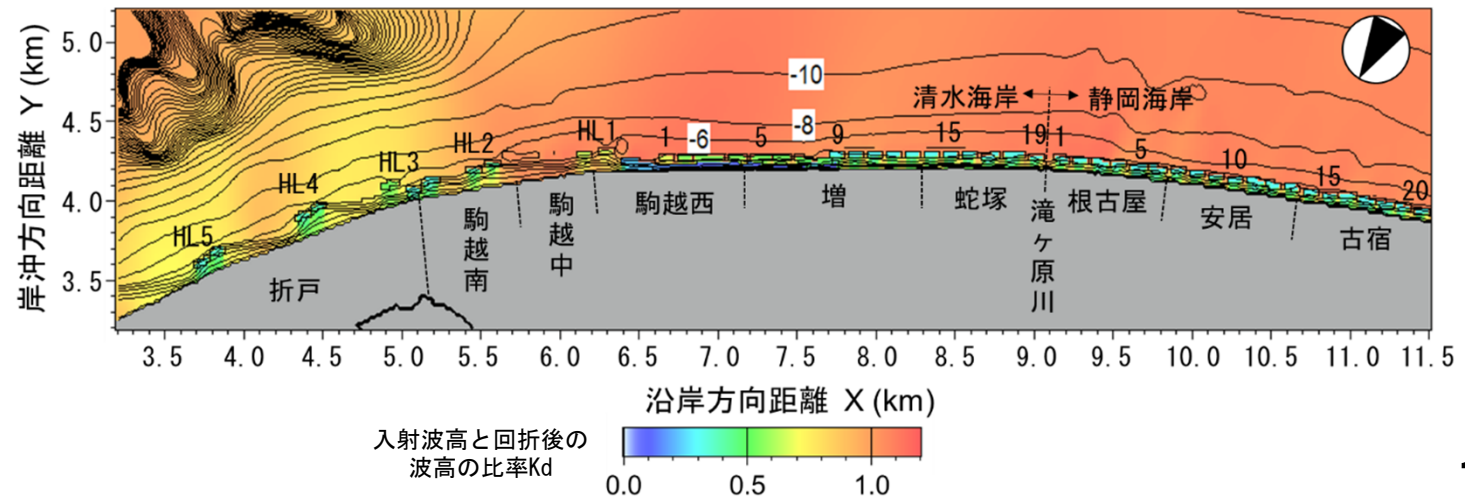
## 2) 数値シミュレーションの計算条件 –波浪算定結果–

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

### ■波向分布



### ■波高比分布

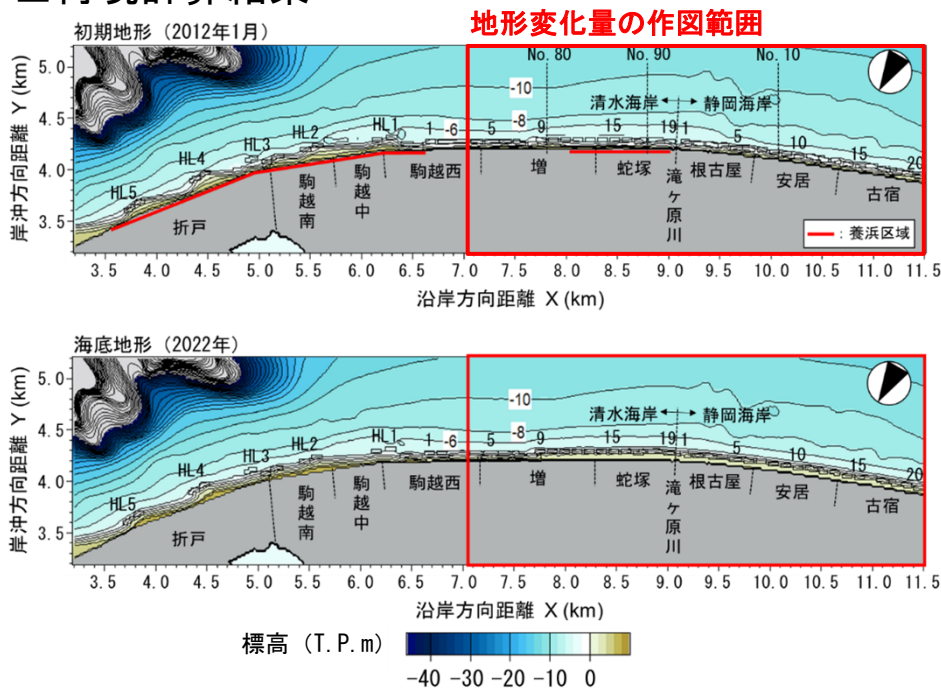


# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 –

## 2) 数値シミュレーションの計算条件 – 再現計算結果の検証 –

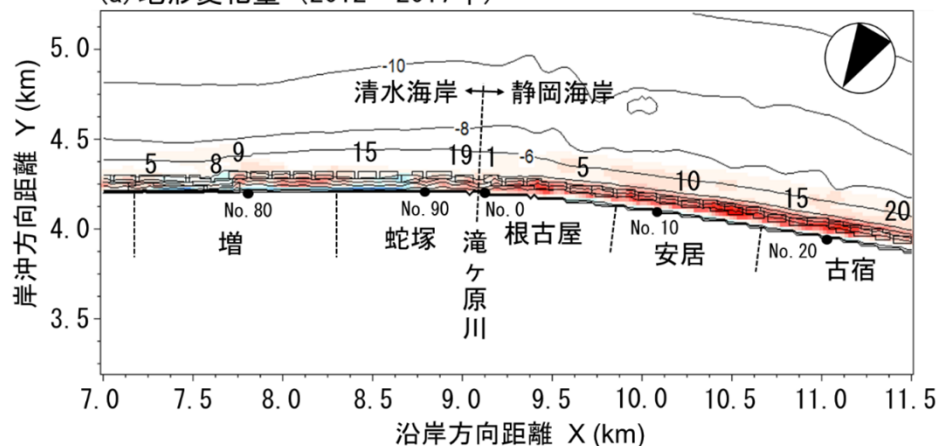
- 2012年地形をもとに、2022年地形の再現計算を行った。
- 2012年時は離岸堤背後は満砂状態ではなかったが、2022年までに清水海岸の9号堤付近まで離岸堤背後が満砂状態となった。
- 砂浜自然回復域は2017年には静岡海岸の北端にあったが、2022年には9号堤位置まで進行した。

### ■ 再現計算結果

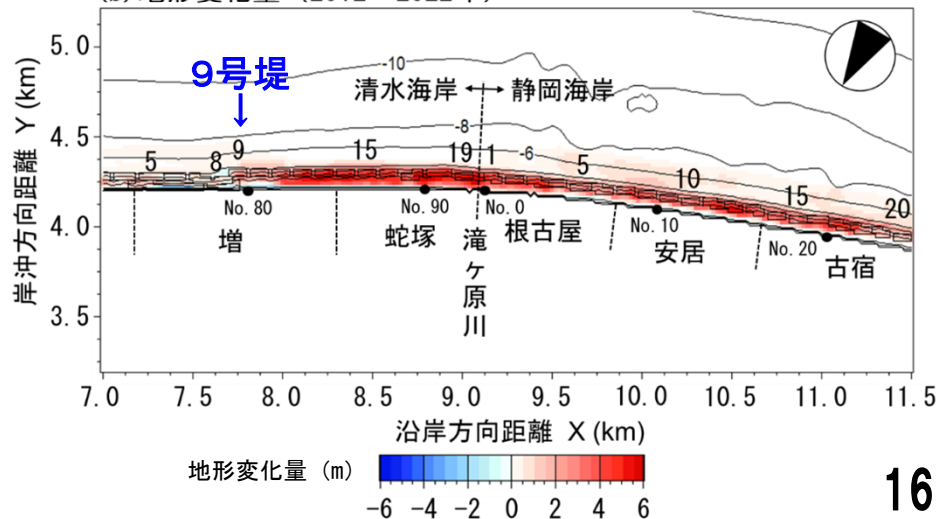


### ○ 地形変化量

(a) 地形変化量 (2012~2017年)



(b) 地形変化量 (2012~2022年)

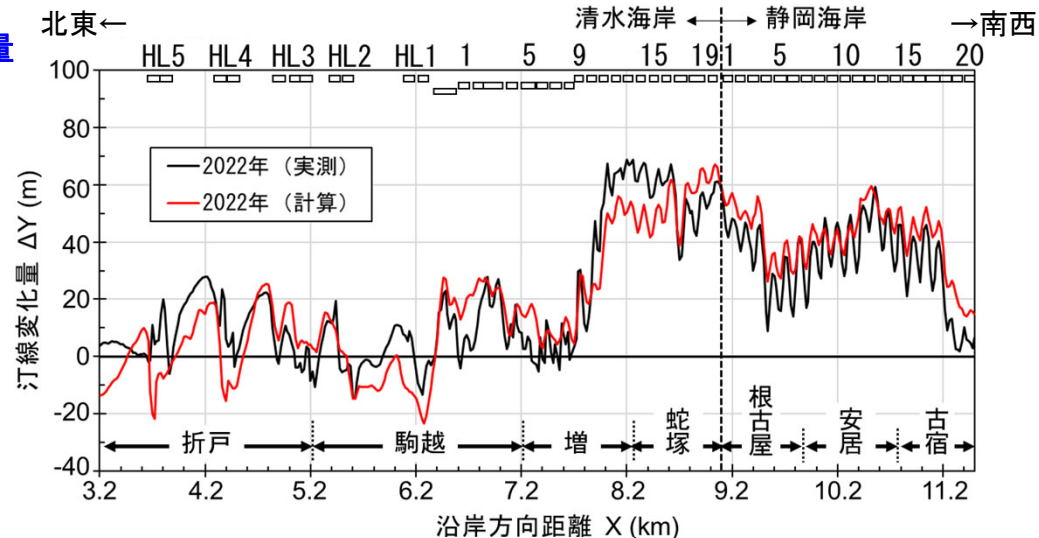




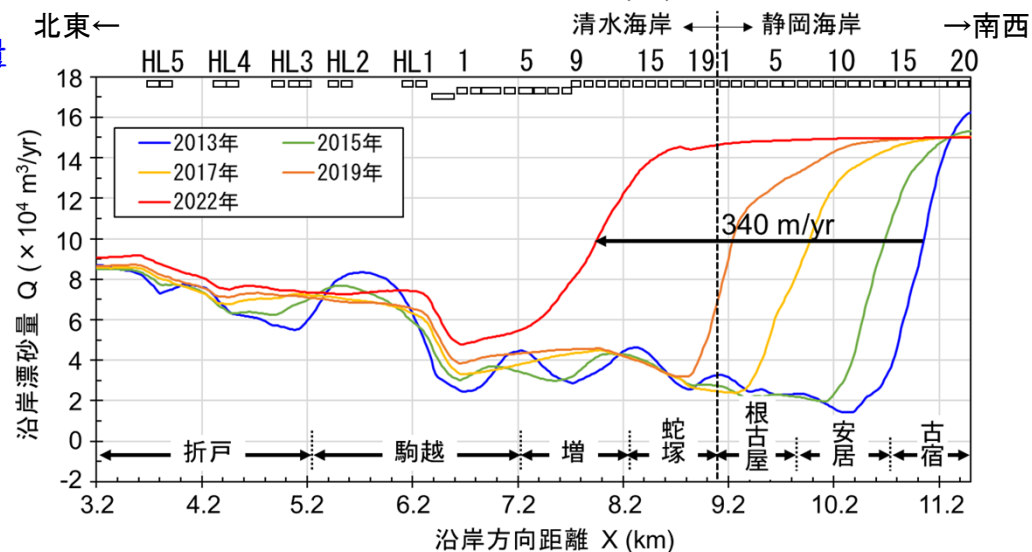
## (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 –

- 汀線変化量によると、静岡海岸から清水海岸の9号堤間において、離岸堤開口部では汀線が湾入し、離岸堤背後で舌状砂州が発達するという実測結果が計算でも再現された。8号堤よりも北東側は2022年までに砂浜自然回復域が到達していないため、汀線の前進量はわずかであり、またヘッドランド背後でのスパイク状の汀線後退も計算によりほぼ再現された。
- 沿岸漂砂量によると、上手側は約15万m<sup>3</sup>/年（波浪条件によって定まる）の流入があると推定され、各離岸堤の消波効果により沿岸漂砂の低減が生じている。離岸堤背後の満砂に伴い、沿岸漂砂量の低減区間は北東方向へ移動している。

### ■ 再現計算結果 ○ 汀線変化量

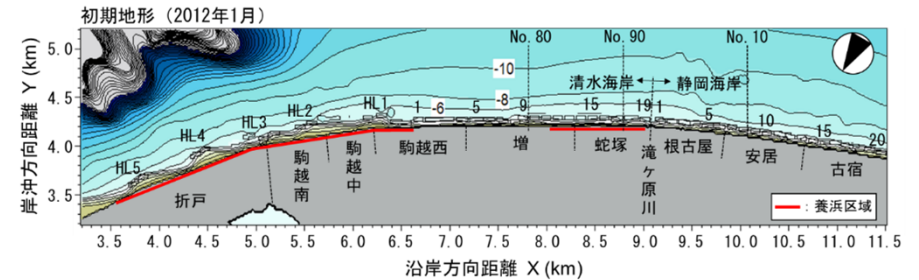


### ○ 沿岸漂砂量



# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 –

- 静岡海岸の測線No. 10では8号堤背後の実測T. P. +3m~-5m間の堆積、清水海岸のNo. 90、No. 80では離岸堤背後の堆積がほぼ再現された。



## ■ 海浜断面地形変化 (実測と計算)

### ○ 測線No. 80

実測のT. P. -5m以浅で断面形が平行移動しつつ堆積する状況が計算で再現された。  
(汀線前進量: 実測20m, 計算20m)

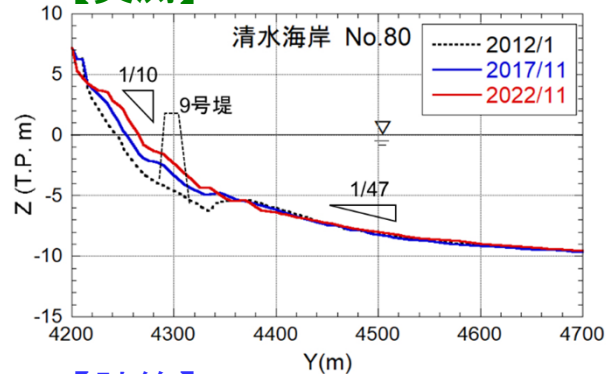
### ○ 測線No. 90

実測の17号堤背後の堆積に対し、計算では17号堤の沖側にまで堆積しておりやや過大であるが、17号堤背後の顕著な堆積は再現された。  
(汀線前進量: 実測55m, 計算55m)

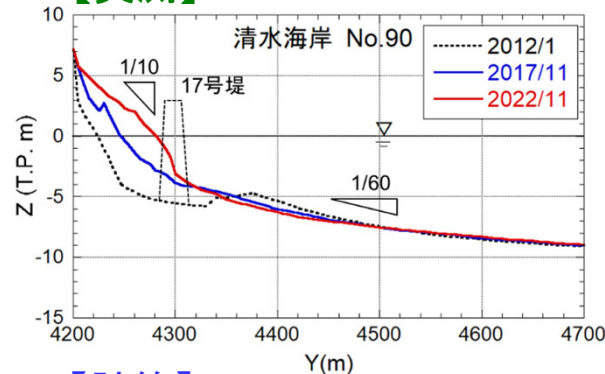
### ○ 測線No. 10

実測のT. P. +3m~-5m間の堆積が計算で再現された。  
(汀線前進量: 実測30m, 計算45m)

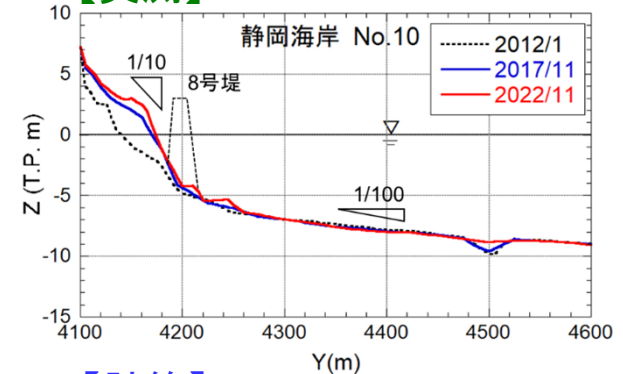
### 【実測】



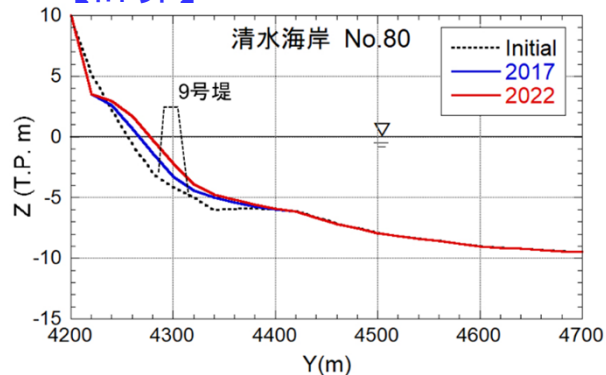
### 【実測】



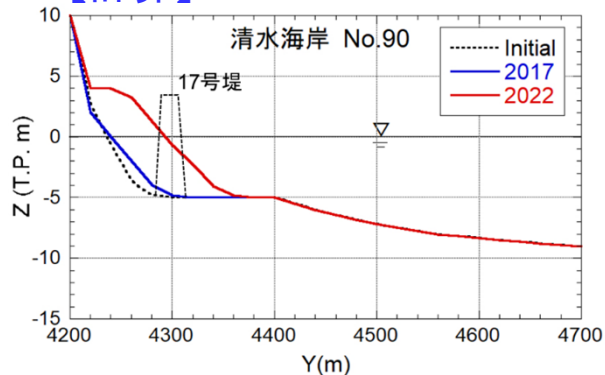
### 【実測】



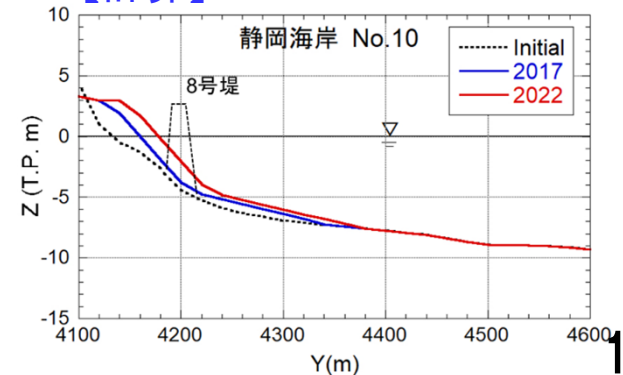
### 【計算】



### 【計算】



### 【計算】



# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 –

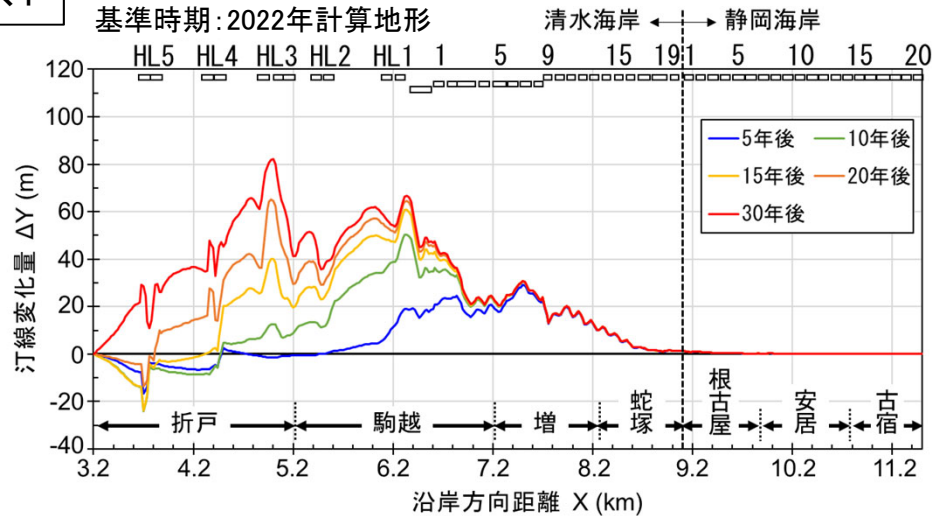
## 3) 数値シミュレーション結果 (ケース1: 養浜なし)

- ケース1の養浜なしは、5号ヘッドランド下手で20年後まで汀線後退が進行する。
- 5号ヘッドランド下手は20年後以降は汀線が前進し、30年後は現況に比べて約30m汀線が前進する。20年後～30年後にかけて5号ヘッドランド下手(消波堤区間)の沿岸漂砂量が+4万 $m^3$ /年(8万→12万)増加見込みである。
- 消波堤区間への沿岸漂砂量が自然状態(15万 $m^3$ /年)に達するのは概ね40年後の見込みである。

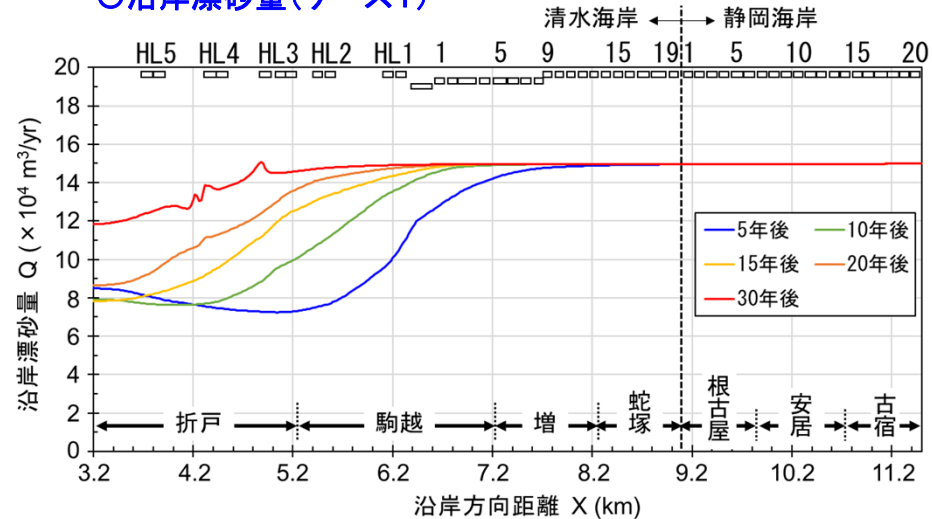
### ケース1

#### ○汀線変化量(ケース1)

基準時期: 2022年計算地形

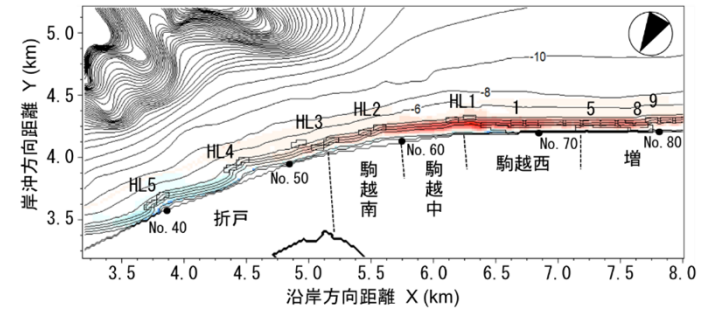


#### ○沿岸漂砂量(ケース1)

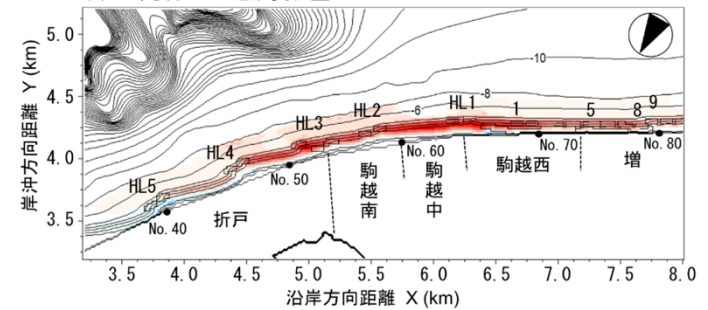


#### ○地形変化量(ケース1)

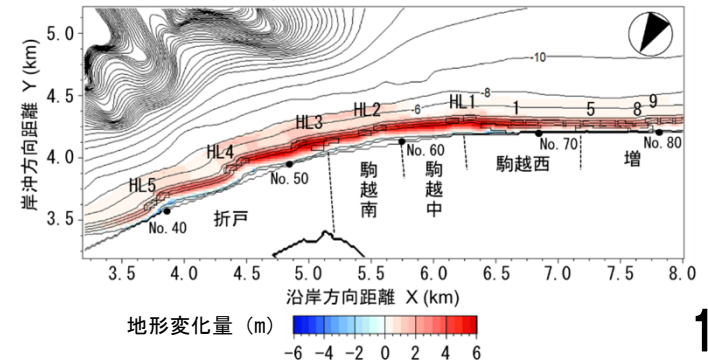
(a) 10年後までの地形変化量



(b) 20年後までの地形変化量



(c) 30年後までの地形変化量



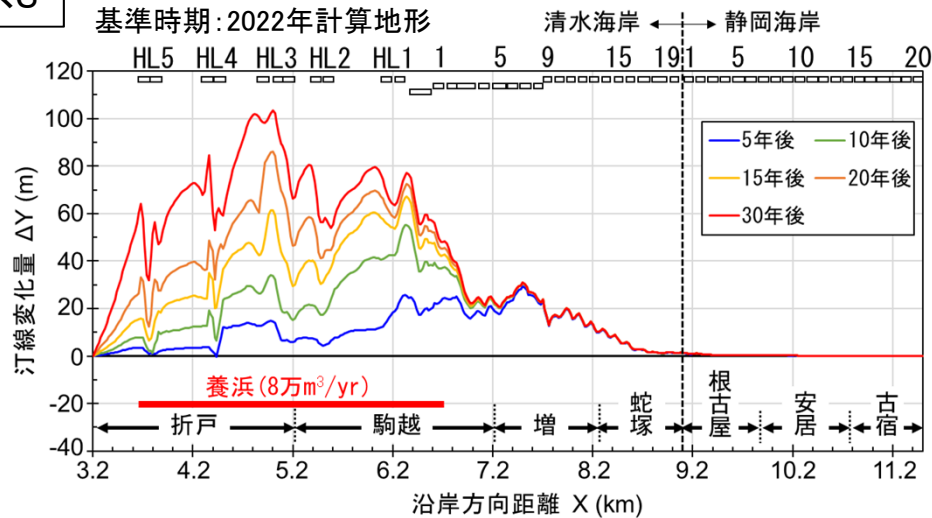
# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 – 消波堤区間への砂浜自然回復域の到達時期 –

## 3) 数値シミュレーション結果 (ケース3: 養浜あり)

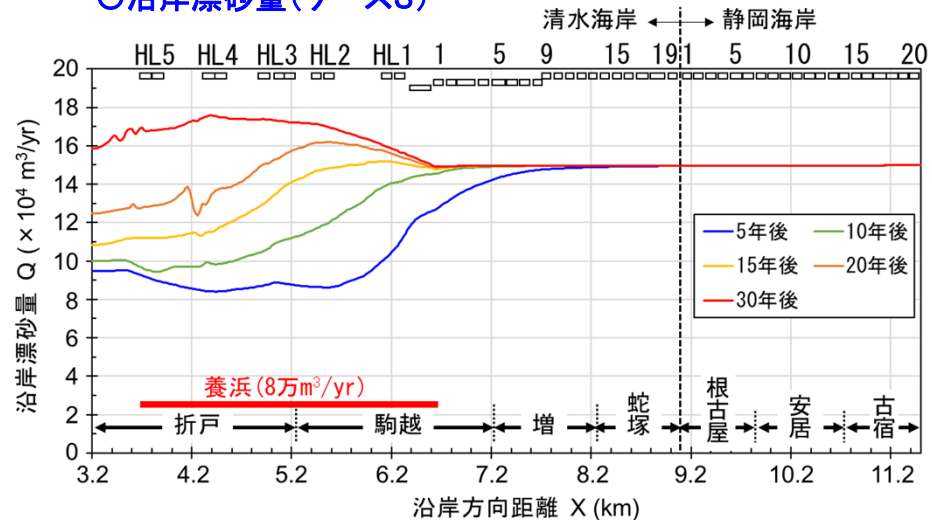
- ケース3のヘッドランド区間養浜ありは、全域で汀線前進が進行する。
- 5号ヘッドランド下手は、現況に比べて20年後は約30m汀線が前進、30年後は約60m汀線が前進する。5年後～30年後にかけて5号ヘッドランド下手(消波堤区間)の沿岸漂砂量が+7万 $m^3$ /年(9万→16万)増加見込みである。
- 消波堤区間への沿岸漂砂量が自然状態(15万 $m^3$ /年)に達するのは概ね20年後～30年後の見込みである。

### ケース3

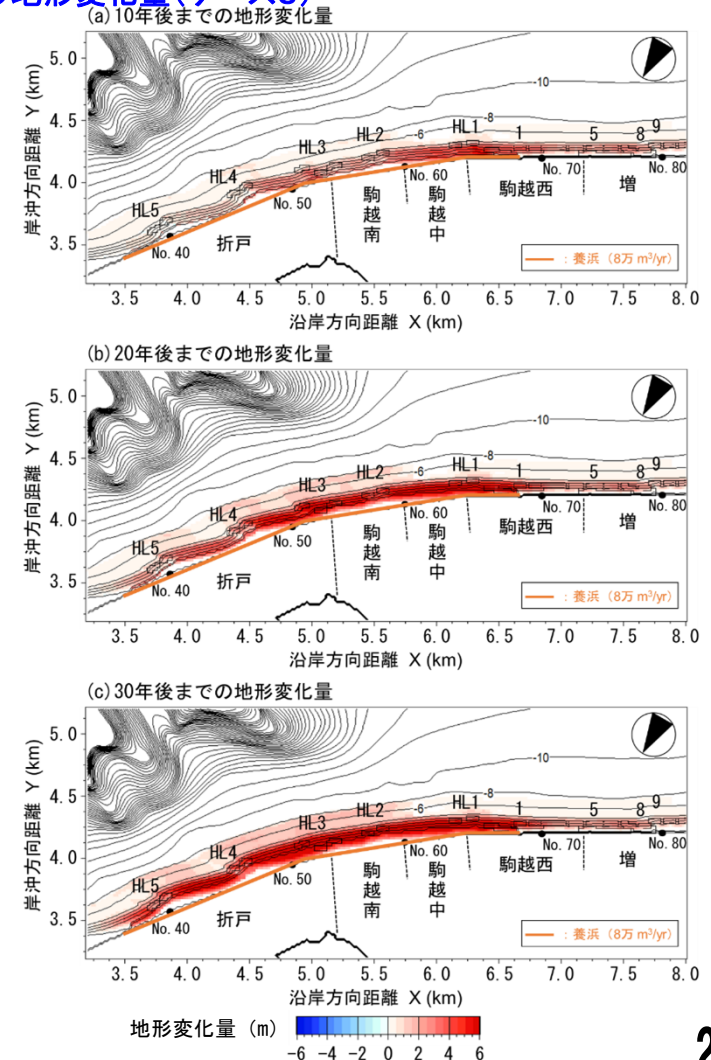
#### ○汀線変化量(ケース3)



#### ○沿岸漂砂量(ケース3)



#### ○地形変化量(ケース3)

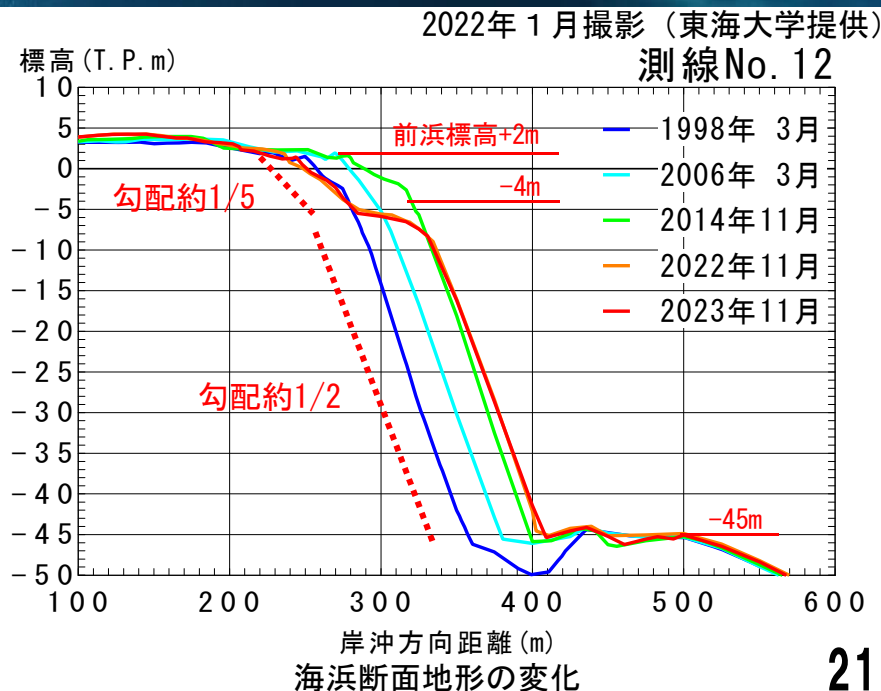


## (4) ①養浜材確保の持続可能性 — サンドリサイクル養浜材採取箇所の実態 —

- 大量の沿岸漂砂が現在もT. P. -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様に伸びているが、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（砕波波高）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。



### 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

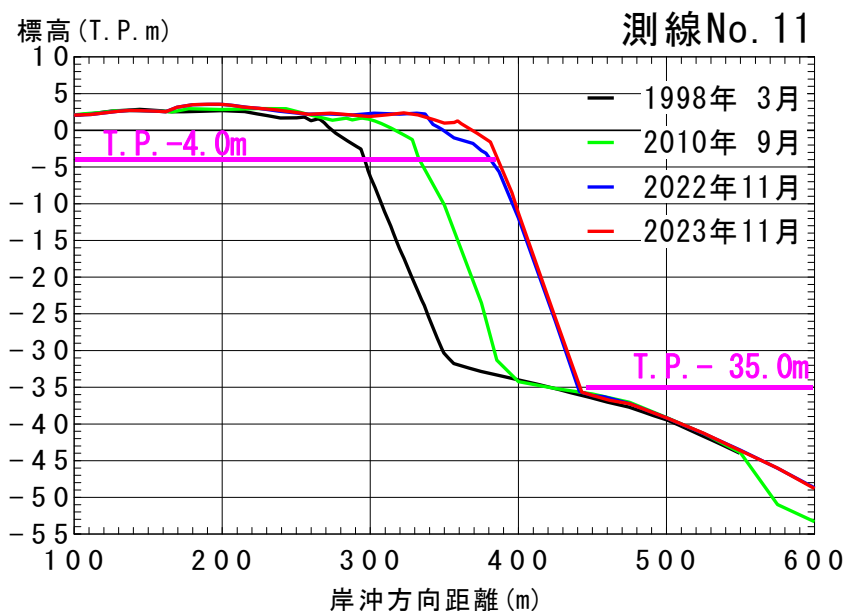
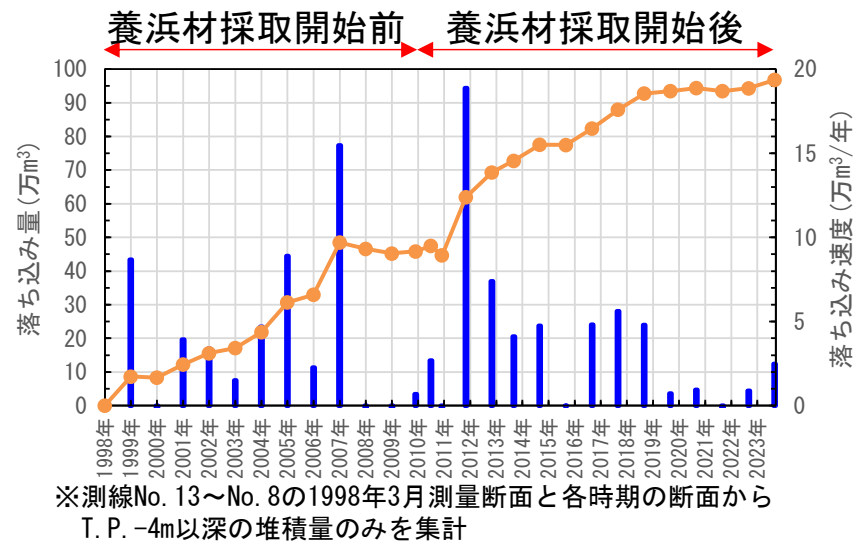
# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 — 海底へ落ち込む土砂量の変化 —

- ・ 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開始前で3.8万m<sup>3</sup>/年、開始後の2023年時点で4.0万m<sup>3</sup>/年となっており、海底への土砂の落ち込みは継続している。
- ・ 海底への土砂の落ち込み量は年毎に変動が大きいですが、2019年～2023年の落ち込みは少なかった。

＜飛行場前面（NO. 13～NO. 8）の土砂落ち込み量＞

	サンドリサイクル養浜材採取の開始前 (1998年3月～2010年9月)	サンドリサイクル養浜材採取の開始後 (2010年9月～2023年11月※)
集計期間年数	12年6ヵ月	13年2ヵ月
T.P.-4.0m以深への土砂の落ち込み量	47.5万m <sup>3</sup>	49.4万m <sup>3</sup>
年平均堆積速度 (T.P.-4.0m以深)	3.8万m <sup>3</sup> /年	4.0万m <sup>3</sup> /年

※2010年以降、久能観測所の2000年～2023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。



## (4) ①養浜材確保の持続可能性 —養浜材の採取方法：海上浚渫案—

【海上浚渫案】海底に落ち込む前の急斜面上の堆積土砂を採取する。

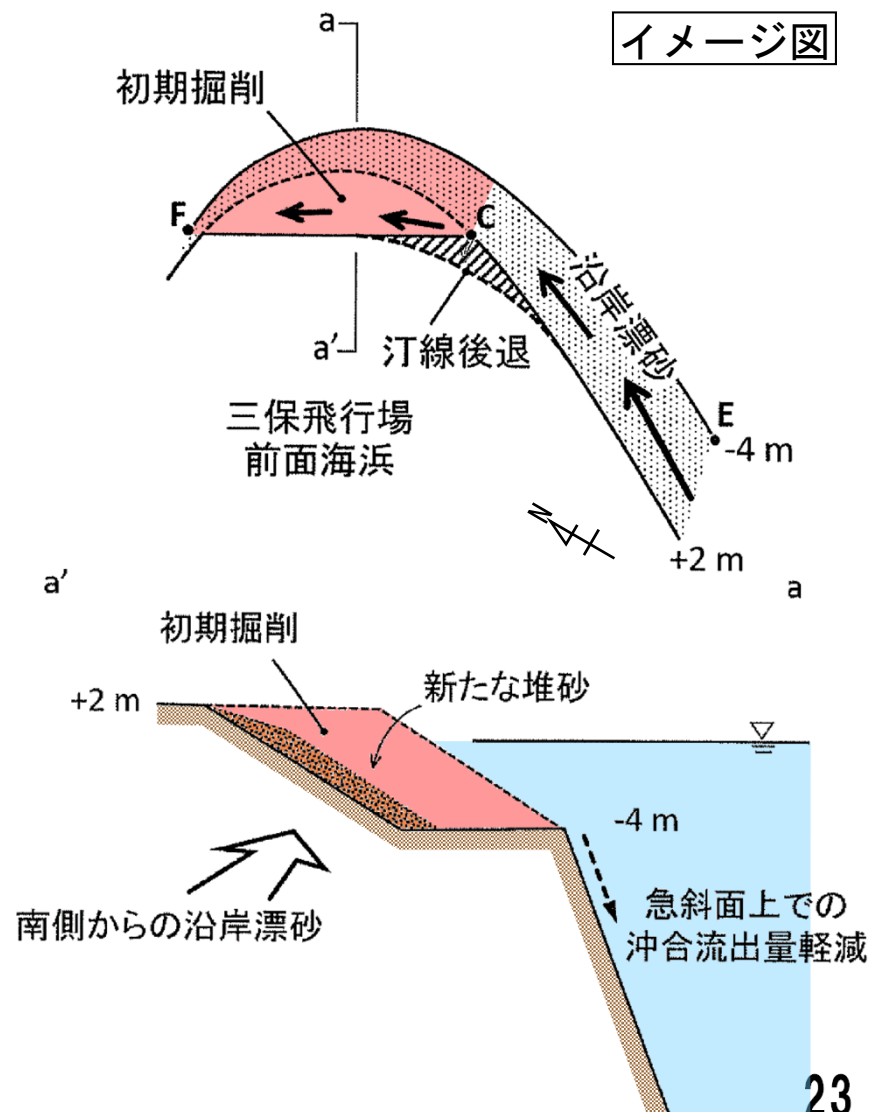
舌状砂州先端部の急斜面（安息勾配1/2）となる手前（T.P. -4.0m以浅）から1998年汀線までを掘削して平坦面とし、南側から運ばれてきた沿岸漂砂の堆積が平坦面上で起こるようにして、急斜面への落ち込みを防ぐ。

### 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付近では掘削箇所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. -4.0m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軽減できる可能性は高まるが、上手側海岸（4号消波堤下手）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。



# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 — 数値シミュレーションの計算条件 —

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 <sup>3</sup> /年 ケース2: 大規模浚渫(T.P.-4.0m) 25万m <sup>3</sup> /回 ケース3: 大規模浚渫(T.P.-6.0m) 25万m <sup>3</sup> /回				
計算期間	再現計算: 2010~2021年(11年間)、予測計算: 10年間		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 <sup>3</sup> /年の養浜予備計算領域 2010~2017年: X = 1860~2740 mに平均 2.5万m <sup>3</sup> /年の養浜 2017~2019年: X = 2200~2600 mに 3.4万m <sup>3</sup> /年の養浜 2019~2021年: X = 1940~2240 mに 3.3万m <sup>3</sup> /年の養浜 2020~2021年: X = 2260~2440 mに 10.1万m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /年の養浜 既存2号堤下手(X=2100~2200m)に 1万m <sup>3</sup> /年の養浜 新型2号(北)下手(X=1820~2000m)に 2万m <sup>3</sup> /年の養浜	
入射波条件	波高H=3.0m、周期T=9.0s(5%出現頻度波) 波向θ <sub>w</sub> =N147°E(L型突堤上手の汀線への法線に対し、α <sub>r</sub> =5°の斜め入射)	サンドリサイクル条件			再現(サンドリサイクル実績による) 2010~2017年: 2.8万m <sup>3</sup> /年のサンドリサイクル 2017~2019年: 2.4万m <sup>3</sup> /年のサンドリサイクル 2019~2021年: 5.0万m <sup>3</sup> /年のサンドリサイクル 将来 ケース1~3: 5.0万m <sup>3</sup> /年のサンドリサイクル
潮位条件	M.S.L.±0.0m				
空間メッシュ	ΔX=20m	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 <sup>3</sup> /年の養浜予備計算領域 2010~2017年: X = 1860~2740 mに平均 2.5万m <sup>3</sup> /年の養浜 2017~2019年: X = 2200~2600 mに 3.4万m <sup>3</sup> /年の養浜 2019~2021年: X = 1940~2240 mに 3.3万m <sup>3</sup> /年の養浜 2020~2021年: X = 2260~2440 mに 10.1万m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /年の養浜 既存2号堤下手(X=2100~2200m)に 1万m <sup>3</sup> /年の養浜 新型2号(北)下手(X=1820~2000m)に 2万m <sup>3</sup> /年の養浜
時間間隔Δt	Δt=10hr/step				
ステップ数	876step/年				
平衡勾配	X = 0~800 m : tanβ <sub>c</sub> = 1/5, X = 800~900 m : tanβ <sub>c</sub> = 1/5~1/7, X = 900~1800 m : 陸上~-8 m tanβ <sub>c</sub> = 1/7, -8 m以深 tanβ <sub>c</sub> = 1/8				
土砂落ち込みの限界勾配	X = 0~1300 m: tanβ <sub>g</sub> = 1/2 X = 1300~1400 m: tanβ <sub>g</sub> = 1/2, 水深16 m以深ではtanβ <sub>g</sub> = 1/2~1/10 X = 1400~1800 m: tanβ <sub>g</sub> = 1/2, 水深16 m以深ではtanβ <sub>g</sub> = 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 <sub>c</sub> = 4 m X = 600~1400 m : h <sub>c</sub> = 4~14 m X = 1400~1800 m : h <sub>c</sub> = 14 m				
バーム高	X = 0~800 m : h <sub>R</sub> = 2 m X = 800~1100 m : h <sub>R</sub> = 2~3 m X = 1100~1800 m : h <sub>R</sub> = 3 m				
漂砂量係数	K <sub>x</sub> =0.02, K <sub>y</sub> /K <sub>x</sub> =1.0, K <sub>z</sub> =1.62K <sub>x</sub> ※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	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 <sup>3</sup> /年の養浜予備計算領域 2010~2017年: X = 1860~2740 mに平均 2.5万m <sup>3</sup> /年の養浜 2017~2019年: X = 2200~2600 mに 3.4万m <sup>3</sup> /年の養浜 2019~2021年: X = 1940~2240 mに 3.3万m <sup>3</sup> /年の養浜 2020~2021年: X = 2260~2440 mに 10.1万m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /年の養浜 既存2号堤下手(X=2100~2200m)に 1万m <sup>3</sup> /年の養浜 新型2号(北)下手(X=1820~2000m)に 2万m <sup>3</sup> /年の養浜		
漂砂量係数	K <sub>x</sub> =0.02, K <sub>y</sub> /K <sub>x</sub> =1.0, K <sub>z</sub> =1.62K <sub>x</sub> ※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				

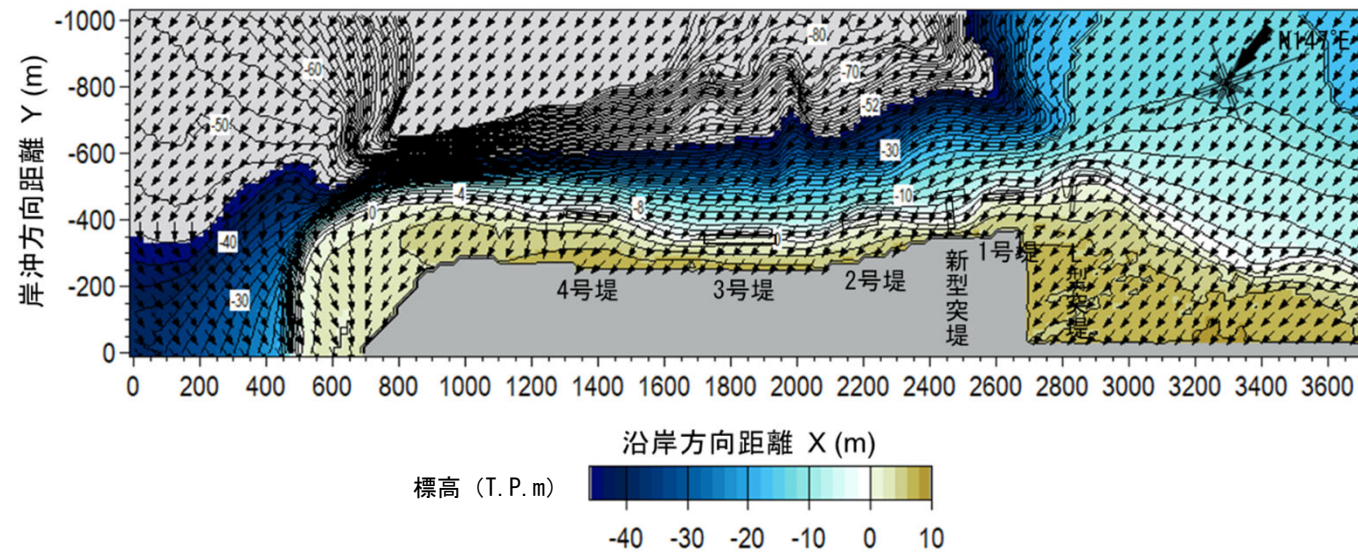
高波浪の侵食とその後の回復を考慮した長期的な地形変化を平均的な波浪条件により予測するモデルであり、異常波浪による短期的な地形変化を予測するモデルではない。



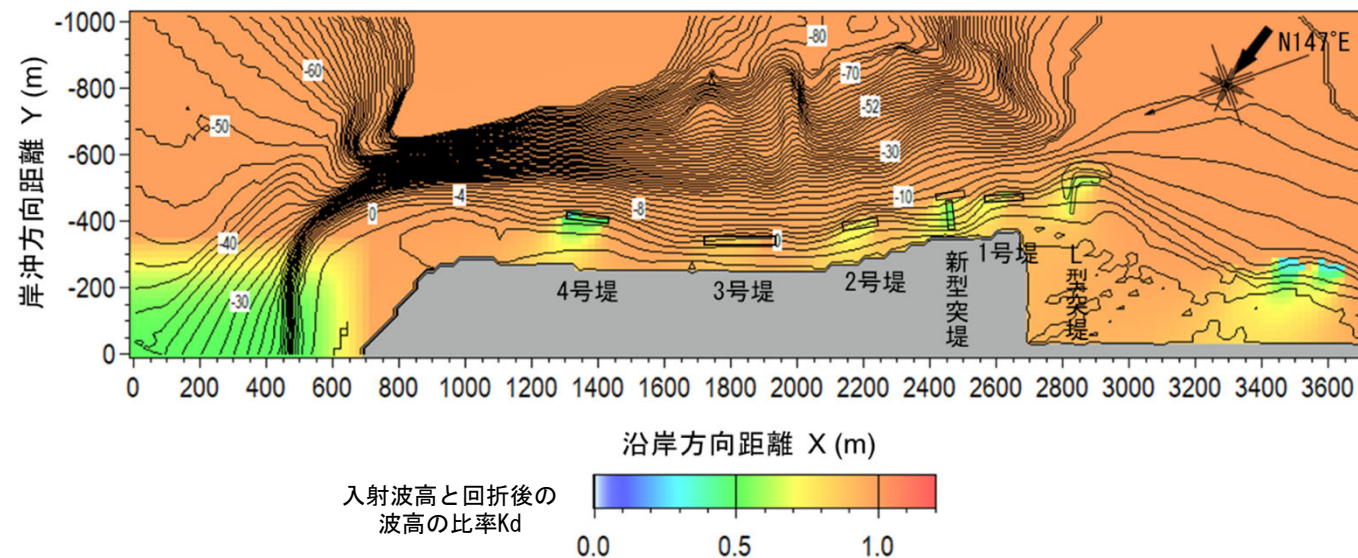
## (4) ①養浜材確保の持続可能性 –数値シミュレーションによる波浪算定結果–

- 地形変化計算に用いる波向は南東～南南東方向とした。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、飛行場前面では波向きが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

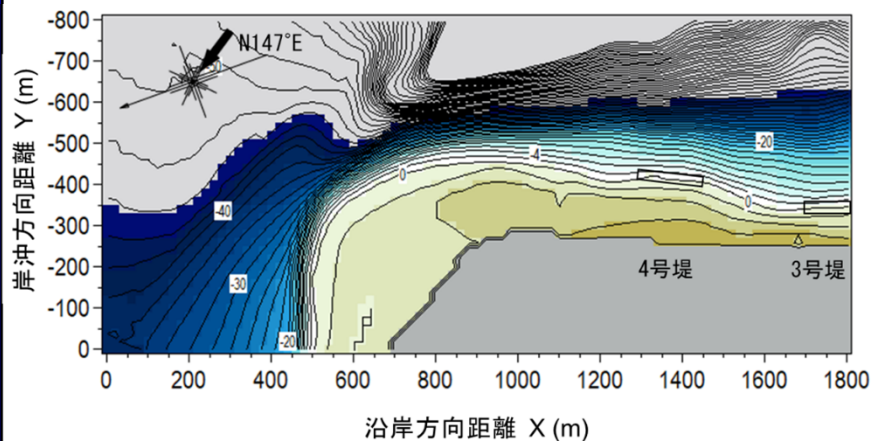


# (4) ①養浜材確保の持続可能性 —再現計算結果の検証①—

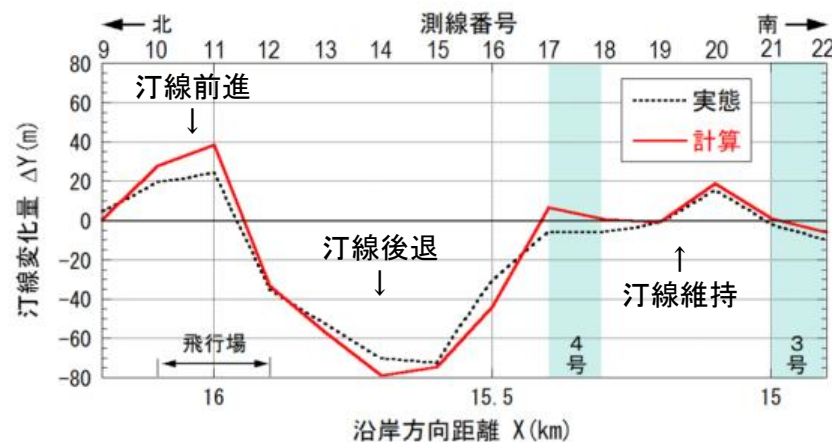
- サンドリサイクル養浜開始前の2010年地形をもとに、2021年地形の再現計算を行った。
- 3～4号消波堤間の汀線維持、4号消波堤下手の侵食、飛行場前面の堆積を、再現の主対象とした。
- No. 17～22の汀線維持、No. 12～16の汀線後退、No. 9～11の汀線前進が定量的に再現された。

## 再現計算結果

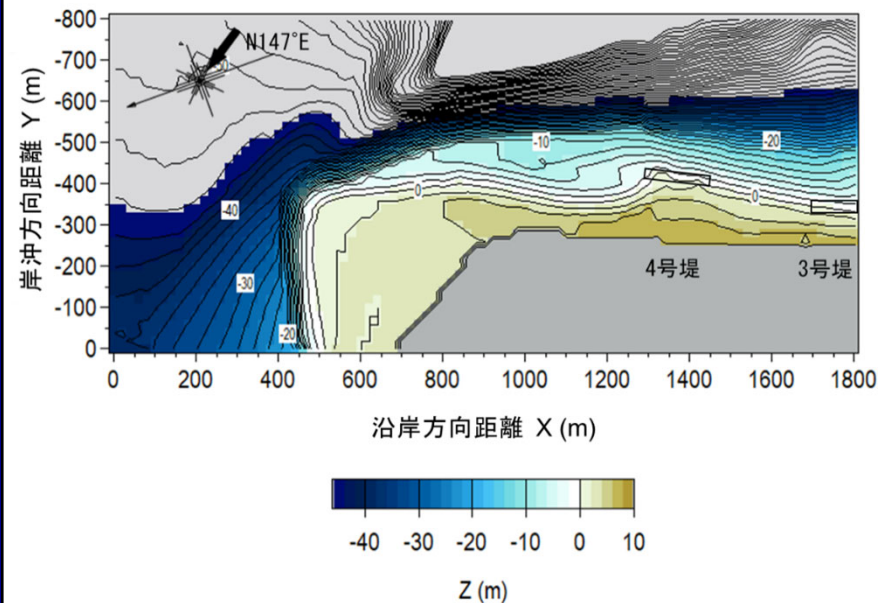
海底地形 (2010年9月)



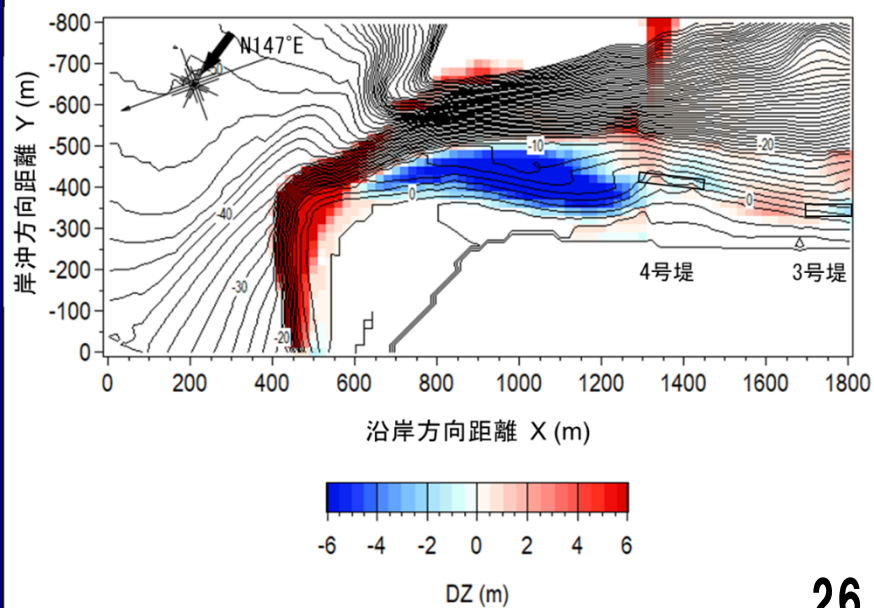
汀線変化量 (2010年～2021年)



海底地形 (2021年11月)

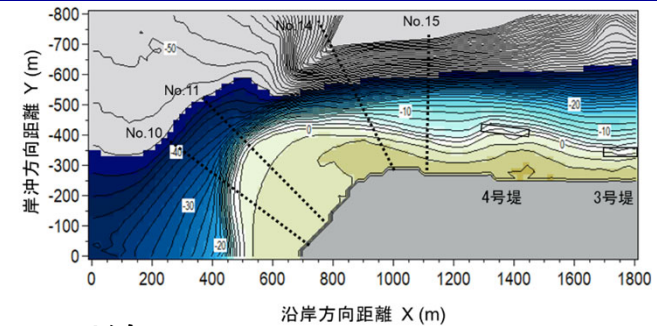


地形変化量 (2010年～2021年)



# (4) ①養浜材確保の持続可能性 —再現計算結果の検証②—

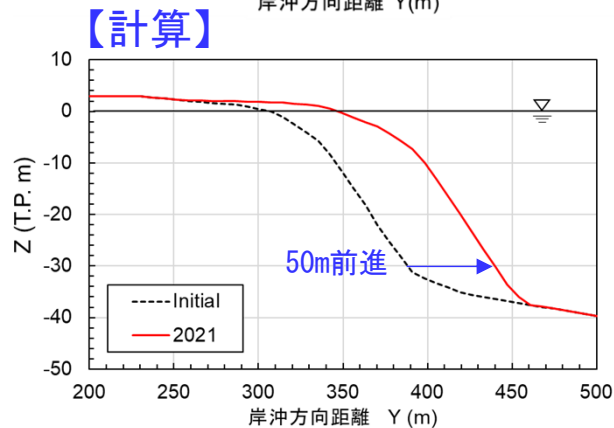
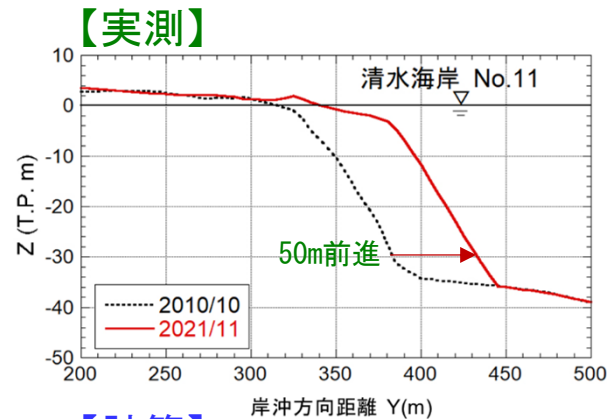
- 4号消波堤下手No. 15では実測T. P. +5m~-13m間の顕著な侵食、飛行場前面No. 11では水中部T. P. -35m海底への土砂の落ち込みと汀線前進が定量的に再現された。



## ■海浜断面地形変化（実測と計算）

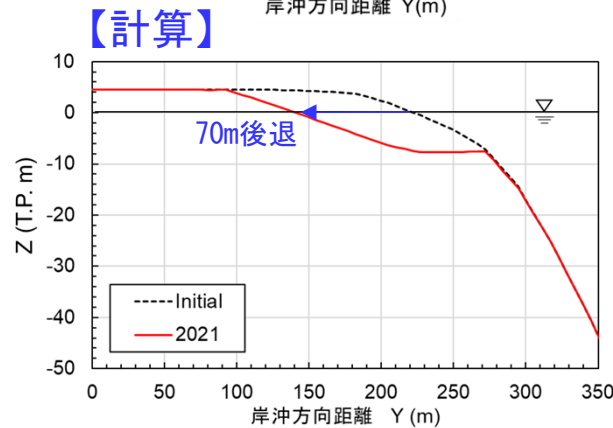
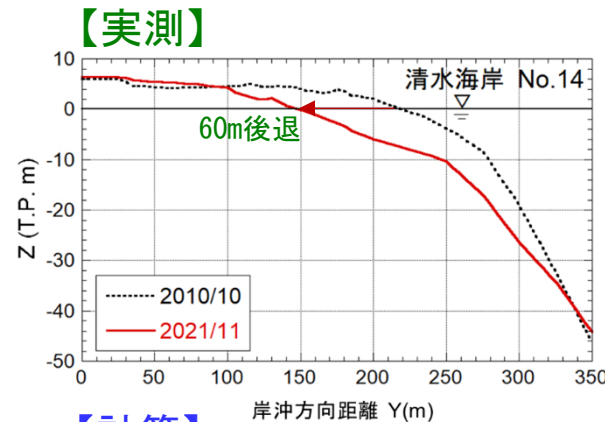
### ○測線No. 11

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)



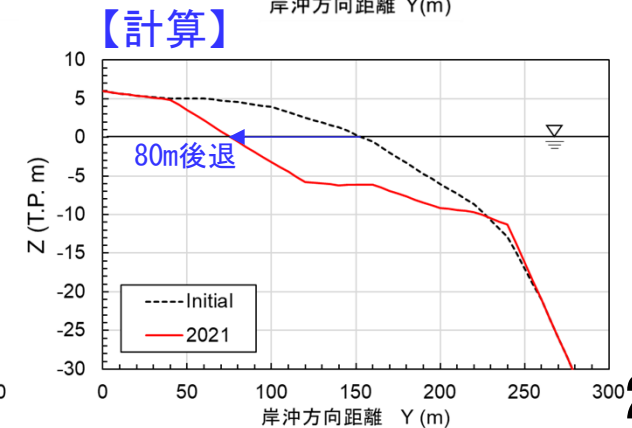
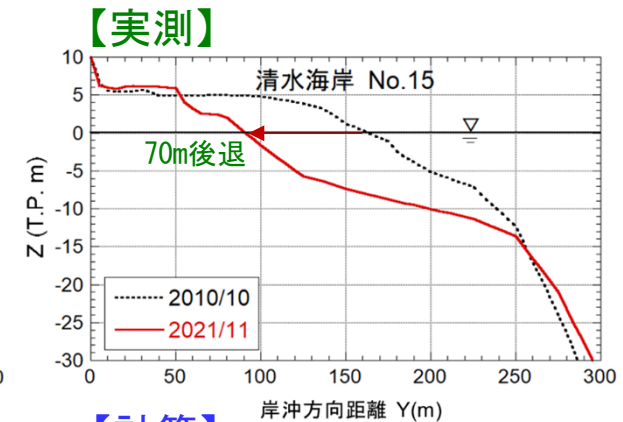
### ○測線No. 14

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)



### ○測線No. 15

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)



# (4) ①養浜材確保の持続可能性 —予測ケース1 (地形変化量)—

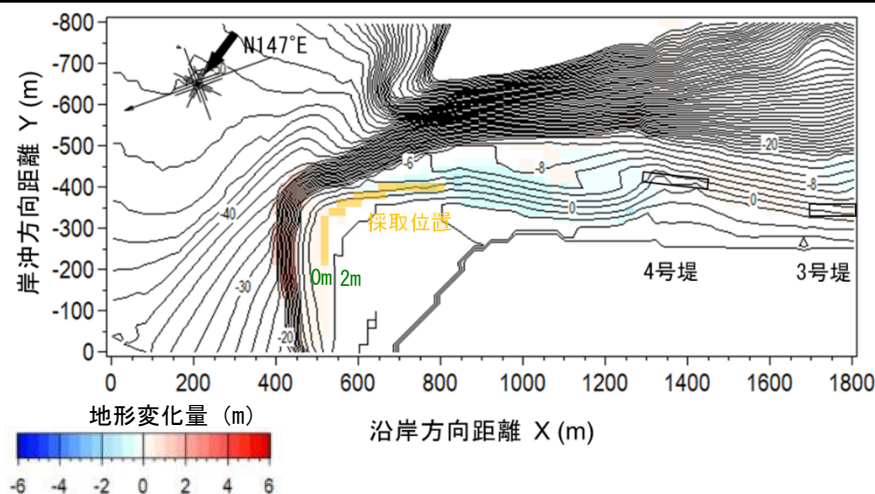
- 4号消波堤下手からの侵食域の波及が生じ、3年後には採取位置まで侵食域が波及している※。
- 5年後の侵食域の先端はX=700m付近の位置であり、X=700~1300m間が侵食域となっている。
- 採取箇所より下手側は、1年後以降は浅い箇所から深い箇所まで堆積が見られ、土砂の落ち込みが生じている。

## ■地形変化量

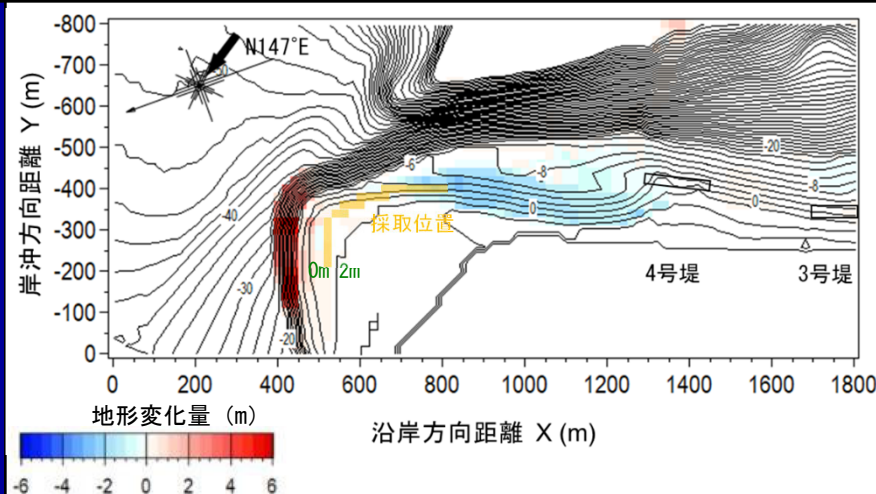
※近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。

予測ケース1：現行の陸上採取 (T.P.+0mまで：5万m<sup>3</sup>/年)

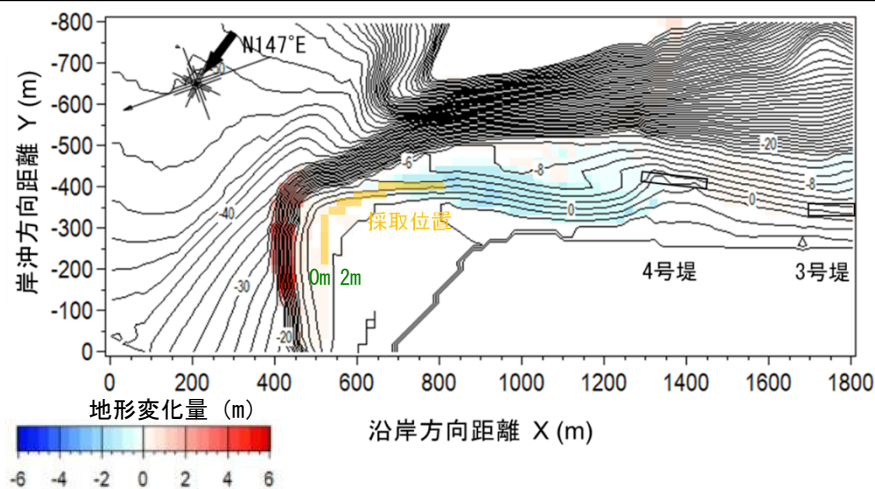
地形変化量 (1年後)



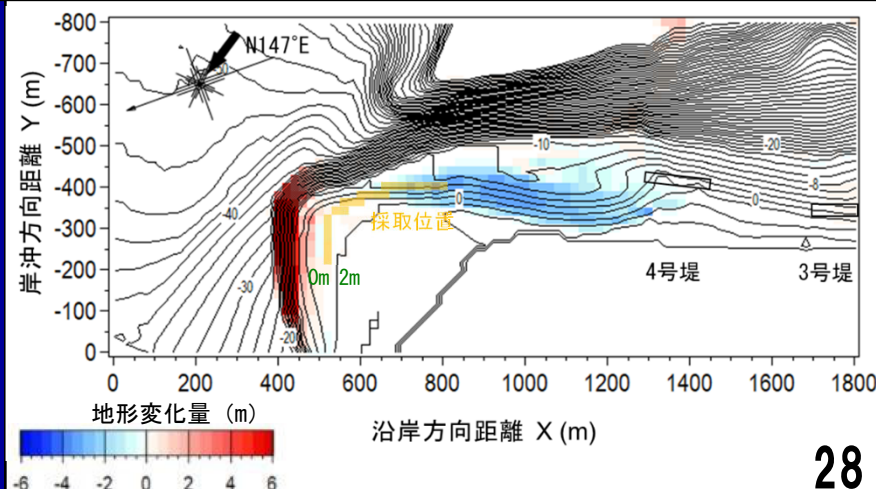
地形変化量 (3年後)



地形変化量 (2年後)



地形変化量 (5年後)



# (4) ①養浜材確保の持続可能性 —予測ケース2 (地形変化量)—

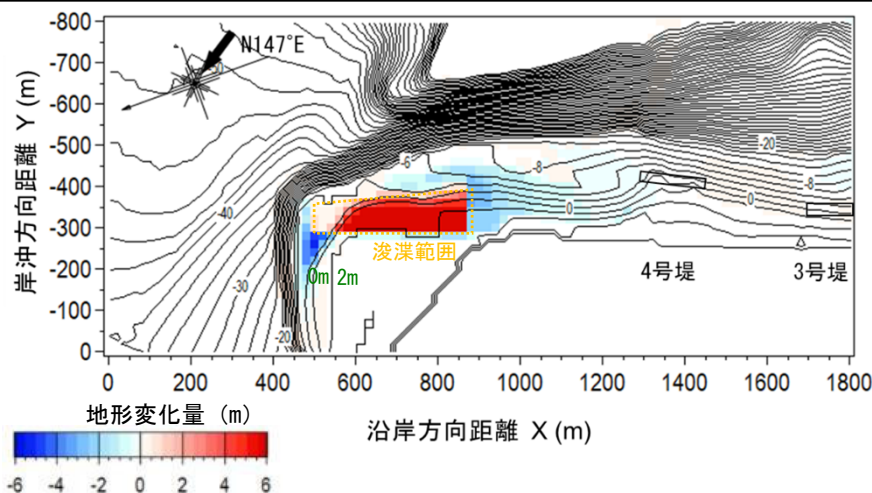
- 1年後には、浚渫範囲の掘削底面の水深4mから汀線まで顕著な堆積が生じている。一方で、浚渫範囲のすぐ上手側と下手側では侵食が生じており、近傍から土砂を引き込みながら埋め戻りが生じている過程である\*。
- 2年後は浚渫範囲より下手側の侵食が緩和され、3～5年後には下手側の浅い箇所から深い箇所まで再び堆積しているため、3年後までに浚渫範囲は埋め戻った状態となる。3年後以降は土砂の落ち込みが顕著となり、再度浚渫が必要となる。
- 4号消波堤下手の侵食は帯状に広がっているが、他ケースと同じ傾向のため、大規模浚渫による影響ではないと考えられる。

## ■地形変化量

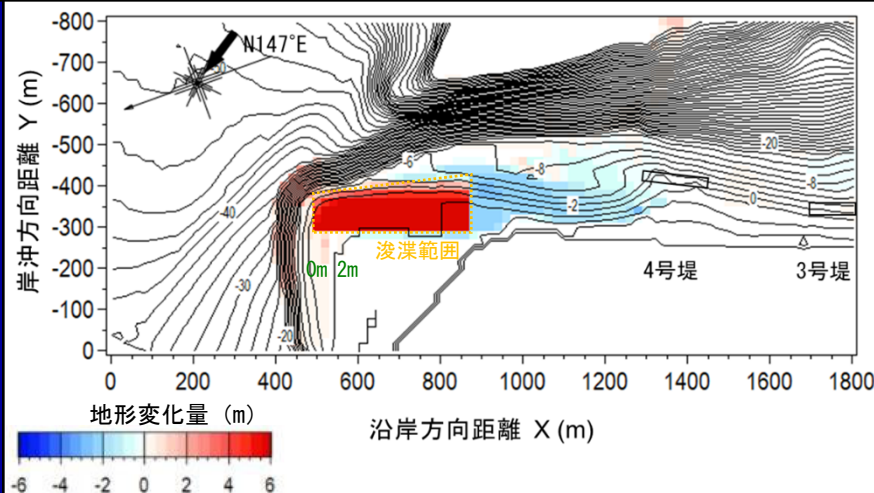
\*近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。

### 予測ケース2：大規模浚渫 (T.P. -4m : 初期25万<sup>3</sup>)

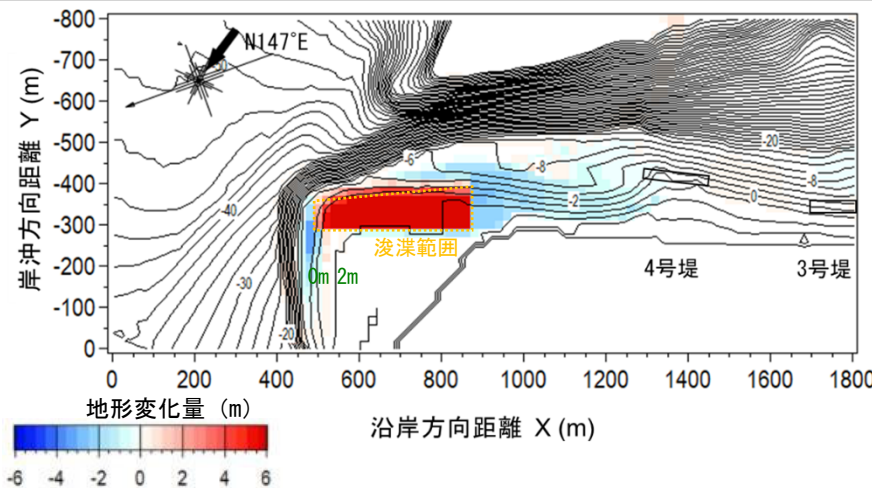
地形変化量 (1年後)



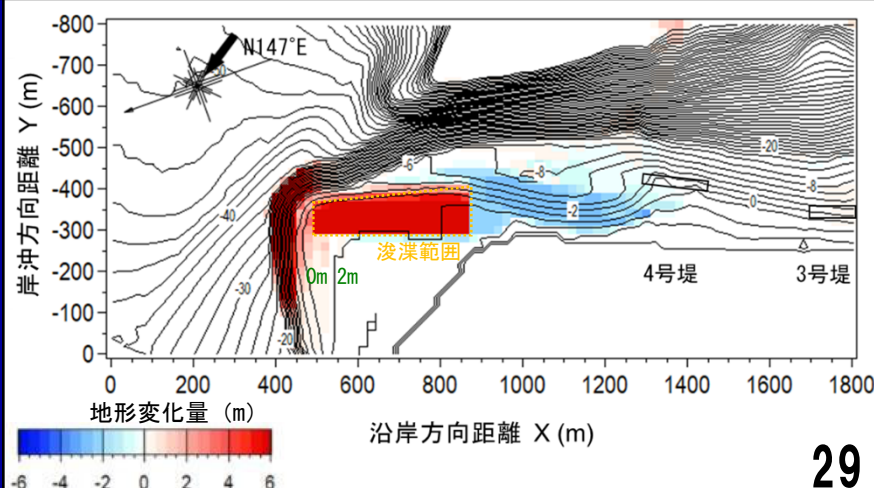
地形変化量 (3年後)



地形変化量 (2年後)



地形変化量 (5年後)



# (4) ①養浜材確保の持続可能性 — 予測ケース3 (地形変化量) —

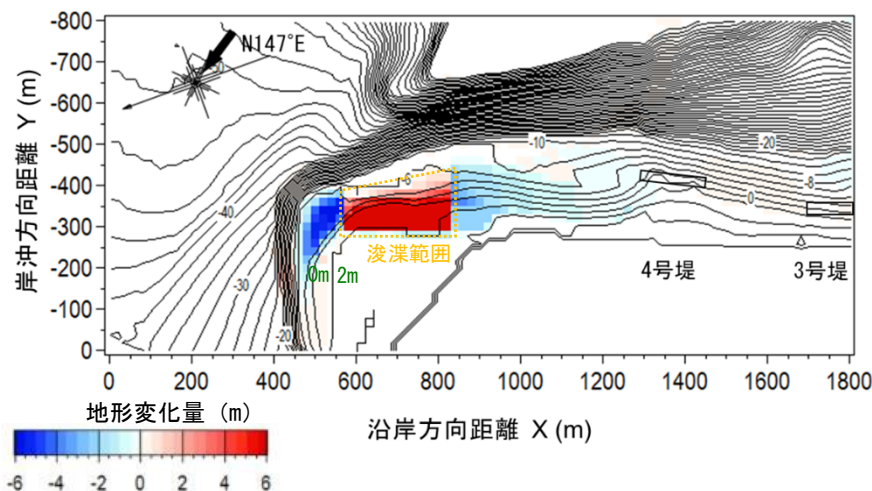
- 1年後には、浚渫範囲の掘削底面の水深6mから汀線まで顕著な堆積が生じている。一方で、浚渫範囲のすぐ上手側と下手側では侵食が生じており、近傍から土砂を引き込みながら埋め戻りが生じている過程である\*。
- 2年後は浚渫範囲より下手側の侵食が緩和され、3～5年後には下手側の浅い箇所から深い箇所まで再び堆積しているため、3年後までに浚渫範囲は埋め戻った状態となる。3年後以降は土砂の落ち込みが顕著となり、再度浚渫が必要となる。
- 4号消波堤下手の侵食は帯状に広がっているが、他ケースと同じ傾向のため、大規模浚渫による影響ではないと考えられる。

## ■地形変化量

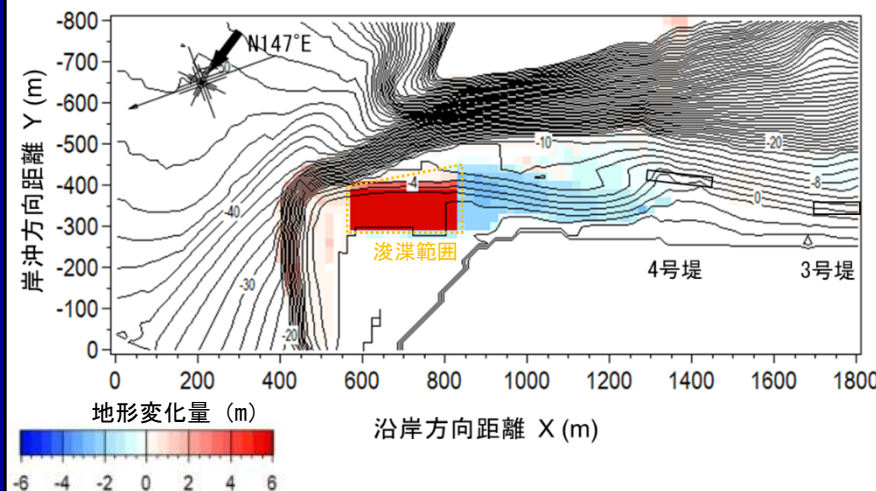
\*近傍からの土砂の引き込みは海底への土砂の落ち込みを減少させる可能性があるが、侵食域からの土砂の引き込みは防止する必要がある。

予測ケース3：大規模浚渫 (T.P.-6m：初期25万<sup>m</sup>³)

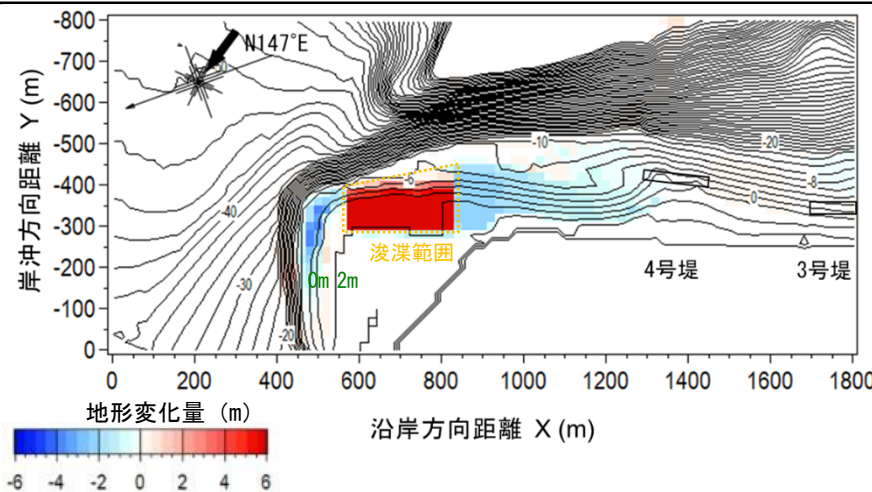
地形変化量 (1年後)



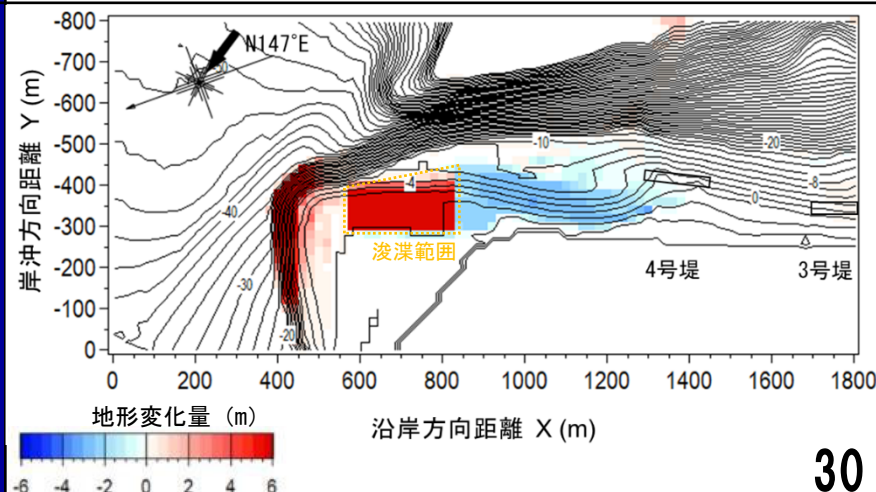
地形変化量 (3年後)



地形変化量 (2年後)



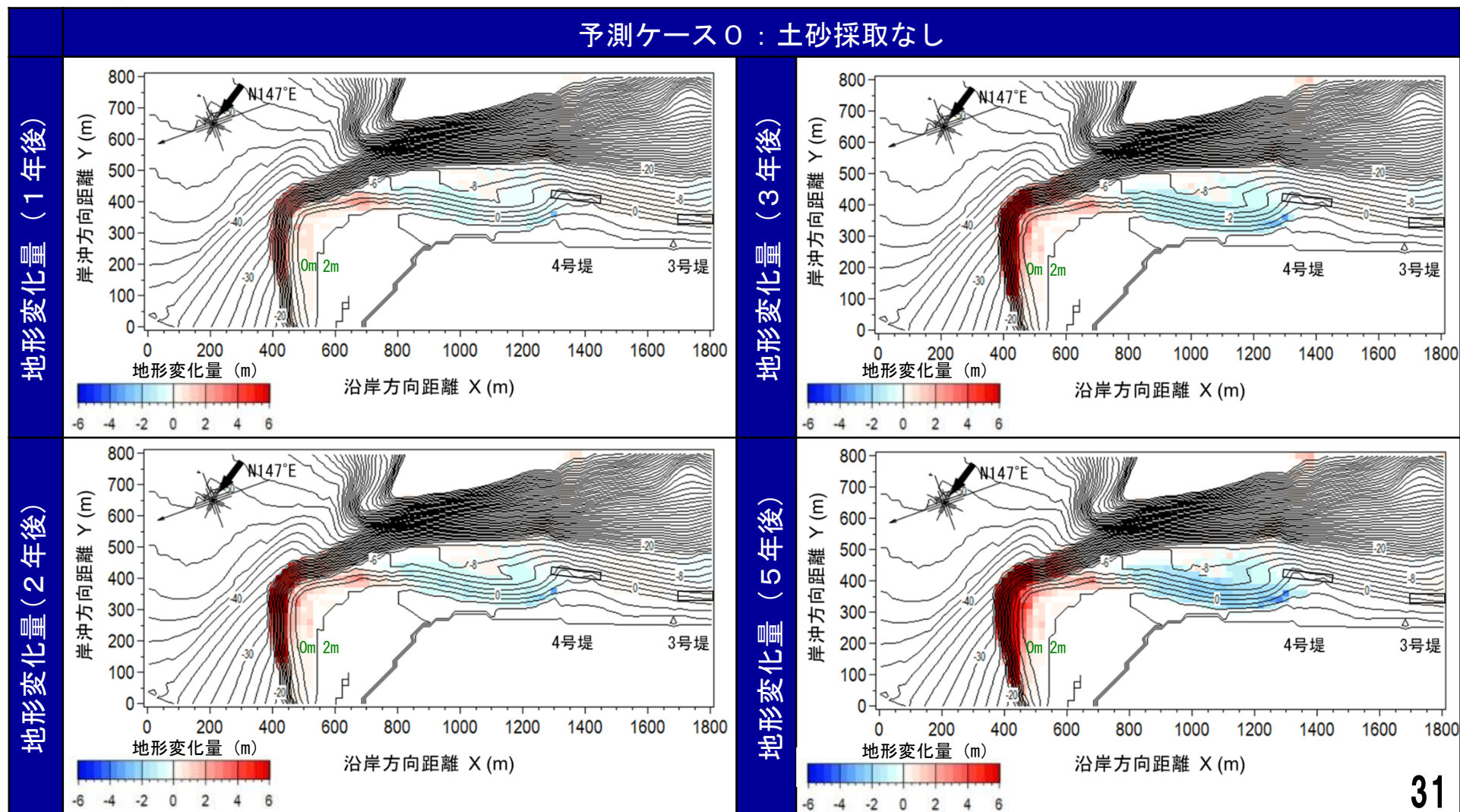
地形変化量 (5年後)



## (4) ①養浜材確保の持続可能性 —予測ケース0 (地形変化量)—

- 5年後には、4号消波堤下手からの侵食域の波及により、汀線付近 (X=700~1300m) が侵食域となっている。
- 5年後には、侵食域より下手側での土砂の落ち込みが顕著である。

### ■地形変化量

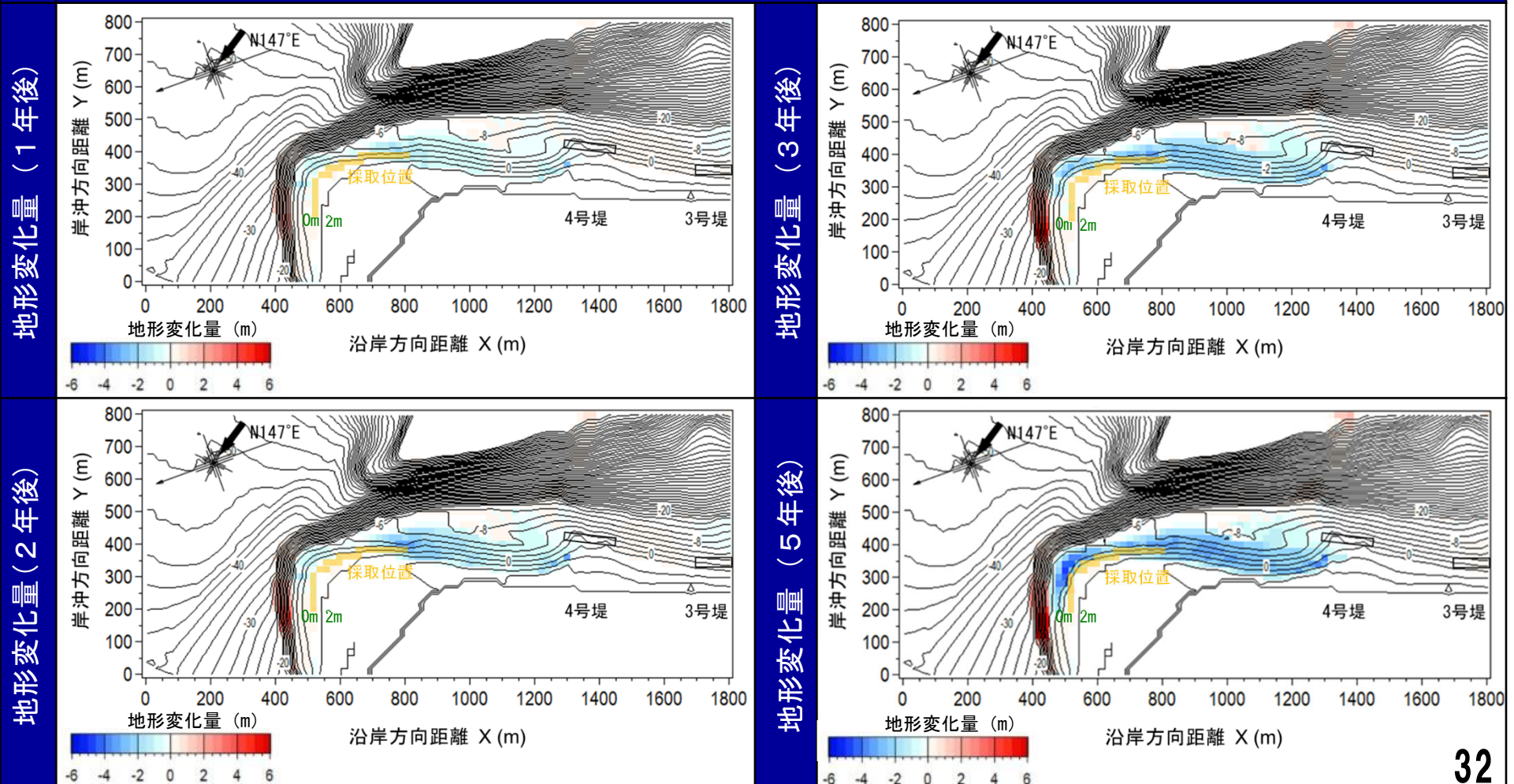


## (4) ①養浜材確保の持続可能性 —予測ケース4 (地形変化量)—

- 3年後には、4号消波堤下手からの侵食域の波及と継続的な採取の影響により、採取位置全体の汀線付近 (X=500~800m) が侵食域となっている。
- 5年後には、採取位置全体の汀線からT.P. -4m以浅で侵食が生じており、採取前地形までの回復には至っていない。一方、採取位置より下手側での土砂の落ち込みが継続している。

### ■地形変化量

予測ケース4：現行の陸上採取を增量 (T.P.+0mまで：8万m<sup>3</sup>/年)





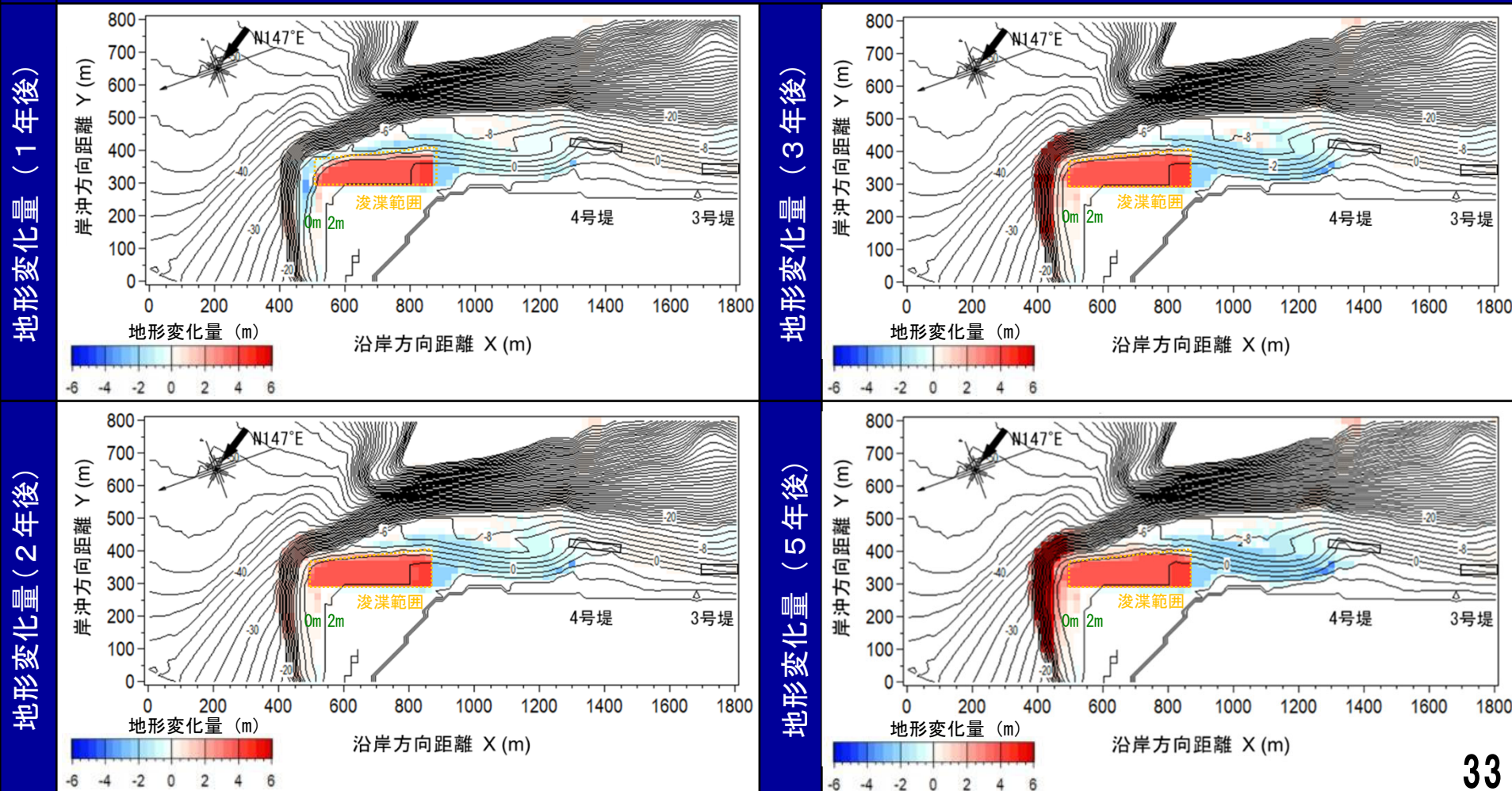
# (4) ①養浜材確保の持続可能性 —予測ケース5 (地形変化量)—

- 1年後には、浚渫範囲の掘削底面の水深2mから汀線まで顕著な堆積（回復）が生じている。一方、浚渫範囲のすぐ上手側と下手側では侵食が生じており、近傍から土砂を引き込みながら埋め戻りが生じている過程である\*。
- 2年後は浚渫範囲より下手側で侵食から堆積に転じており、2～5年後には下手側の浅い箇所から深い箇所まで再び堆積しているため、2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。

\*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。

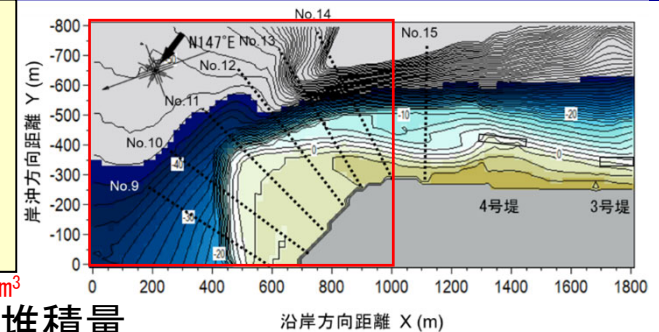
## ■地形変化量

予測ケース5：陸上から水中までの採取 (T.P.-2m：初期16万m<sup>3</sup>)



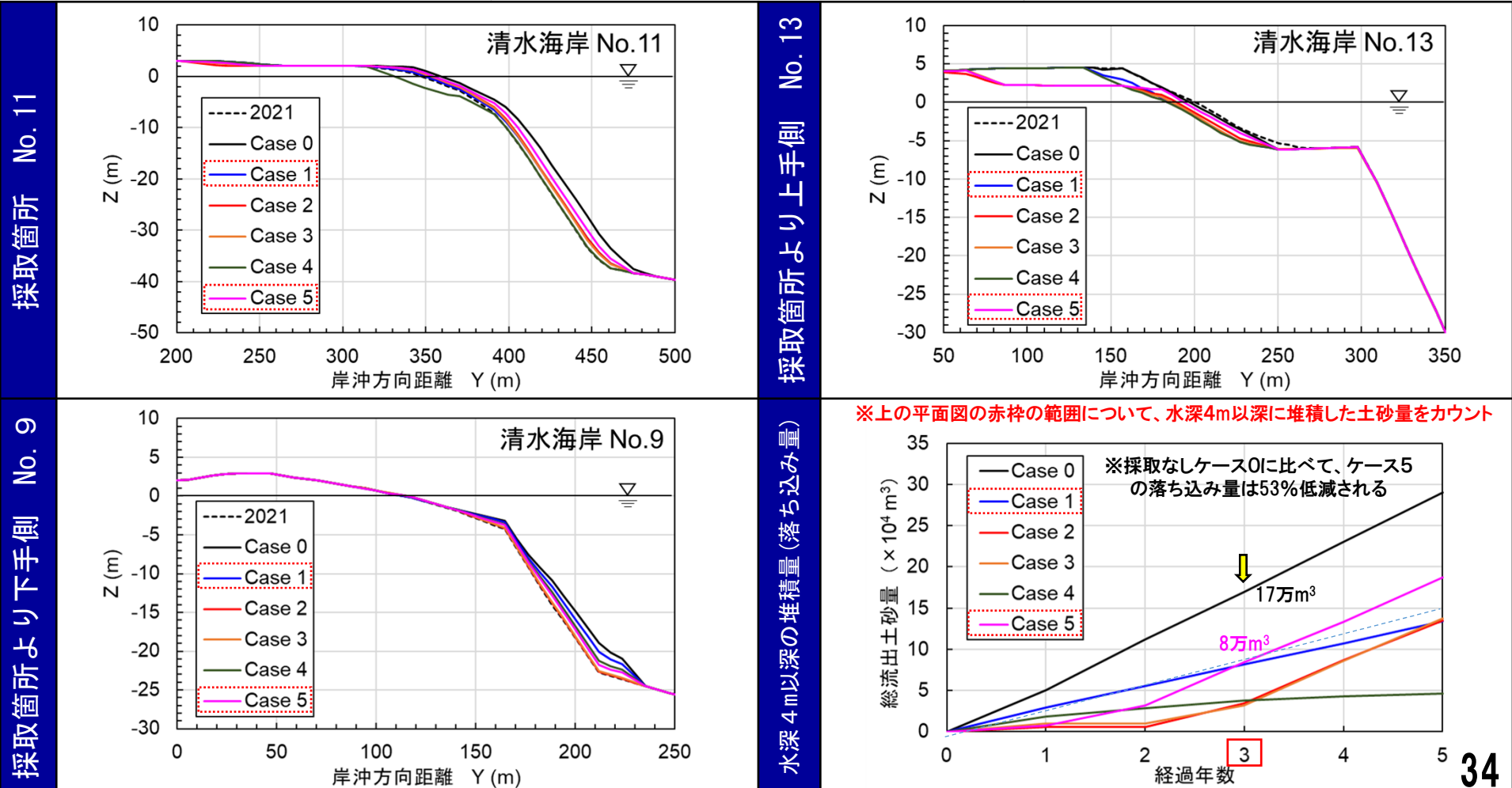
# (4) ①養浜材確保の持続可能性 — 海浜断面地形変化 (3年後) —

- 採取箇所より上手側のNo. 13では、汀線付近を集中的に採取するケース1, 4に比べて、陸域～水中部を採取するケース5の方が汀線後退量が少なく、採取なしケース0と汀線後退量はほとんど変わらない。
- 採取箇所No. 11では、ケース1, 4に比べて、ケース5の前進量（土砂の落ち込み量）がやや多い。ケース4は汀線後退量が多い。
- 土砂の落ち込み量は、2年後まではケース1に比べて、ケース5の落ち込み量が少ないが、3年後時点の落ち込み量は概ね同じである。ケース5の落ち込み量は、採取なしケース0と比べて、53%低減される。



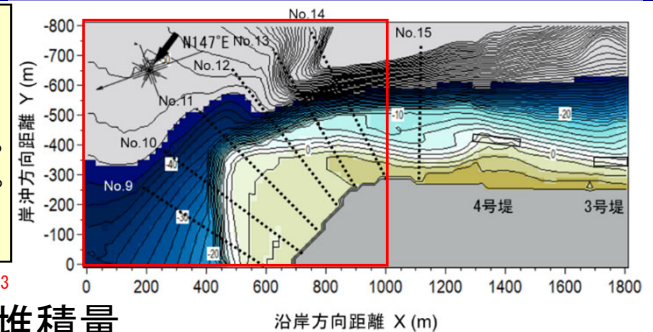
(3年後時点の採取量) ケース1 : 15万<sup>3</sup>、ケース2・3 : 25万<sup>3</sup>、ケース4 : 24万<sup>3</sup>、ケース5 : 16万<sup>3</sup>

## ■ ケース0～5の海浜断面地形変化 (3年後)、水深4m以深の堆積量



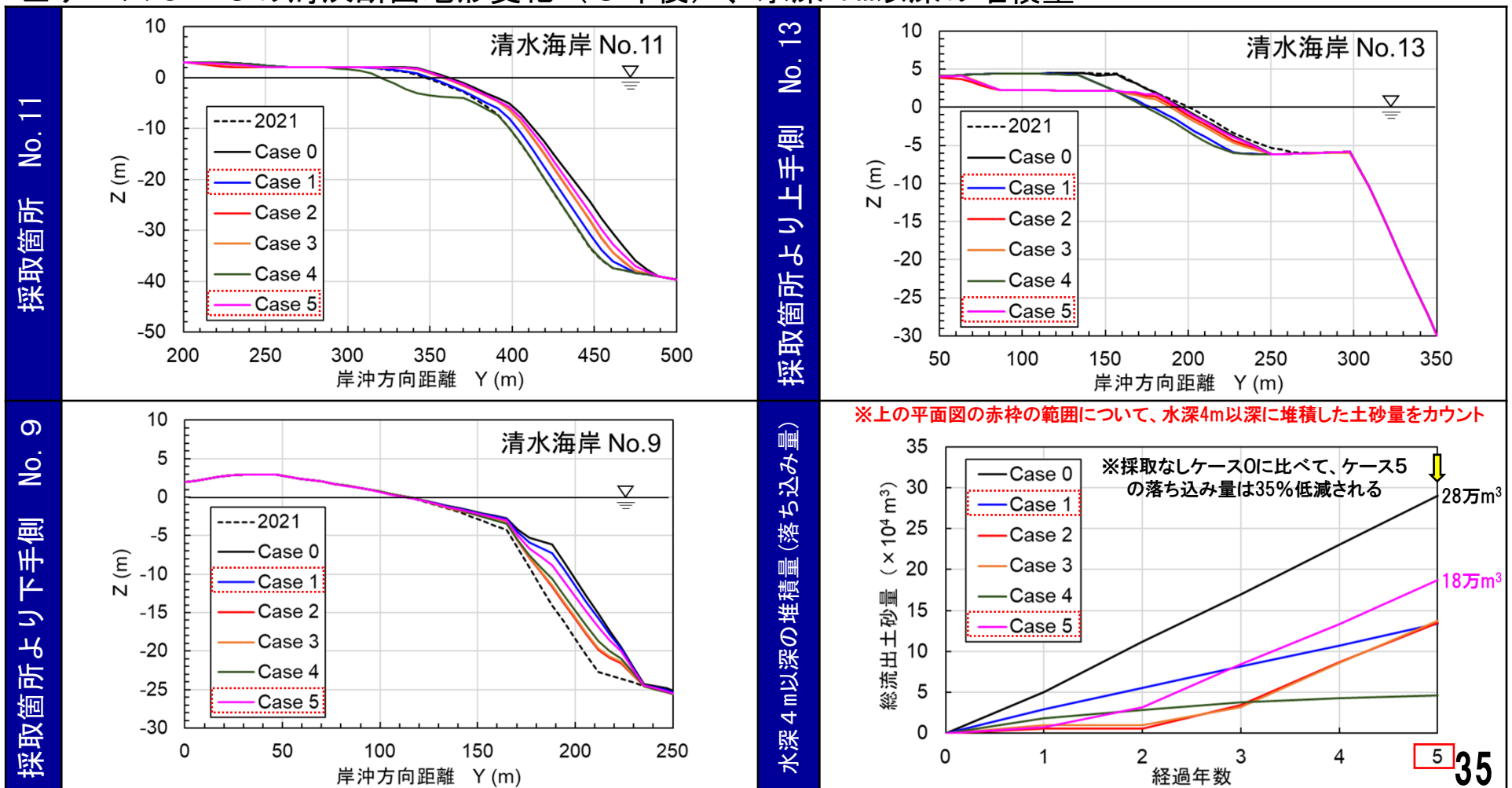
# (4) ① 養浜材確保の持続可能性 — 海浜断面地形変化 (5年後) —

- 採取箇所より上手側のNo. 13では、汀線付近を集中的に採取するケース1, 4に比べて、陸域～水中部を採取するケース5の方が汀線後退量が少なく、採取なしケース0と汀線後退量はほとんど変わらない。
- 採取箇所No. 11では、ケース1, 4に比べて、ケース5の前進量(土砂の落ち込み量)が多い。
- 土砂の落ち込み量は、3年後以降はケース1に比べて、ケース5の落ち込み量が多くなる。  
**ケース5は2年後以降に再度採取を行う必要があるが、採取なしケース0と比べて落ち込み量は、35%低減される。**



(5年後時点の採取量) ケース1 : 25万<sup>3</sup>、ケース2・3 : 25万<sup>3</sup>、ケース4 : 40万<sup>3</sup>、ケース5 : 16万<sup>3</sup>

## ■ ケース0～5の海浜断面地形変化 (5年後)、水深4m以深の堆積量

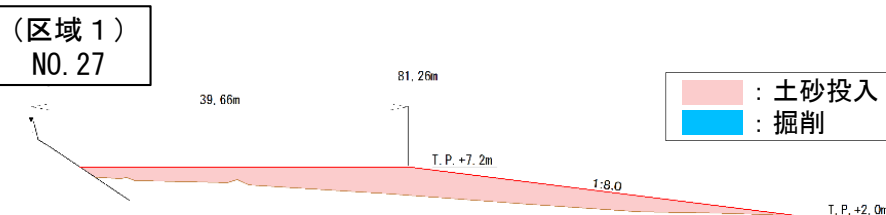


# (4) ②景観に配慮した養浜盛土 — 第8回FU会議で検討した養浜断面 —

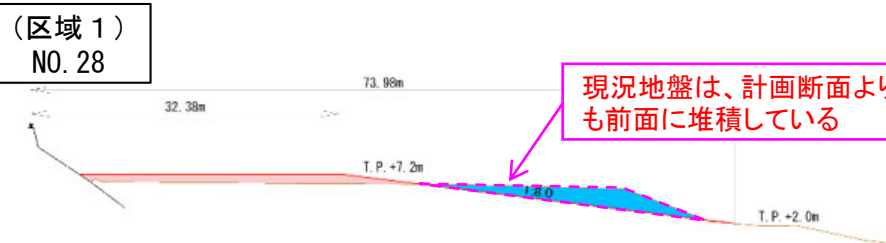
・ 第8回FU会議で検討した養浜断面を以下に示す。

## ● 1号突堤整備時の基本原則に基づく養浜断面

・ 1号突堤整備時の景観に配慮した養浜盛土の「基本原則」に基づく養浜断面を検討した結果、NO. 28付近では集中養浜で投入した盛土が計画断面よりも前面に堆積し、浜幅が狭く「基本原則」に基づく断面での計画養浜量の投入スペース確保が困難となる。



- ・ 盛土天端高 : T.P. +7.2m
- ・ 盛土法先地盤高 : T.P. +2.0m
- ・ 盛土法勾配 : 1/8 (現況海浜勾配に近い勾配)

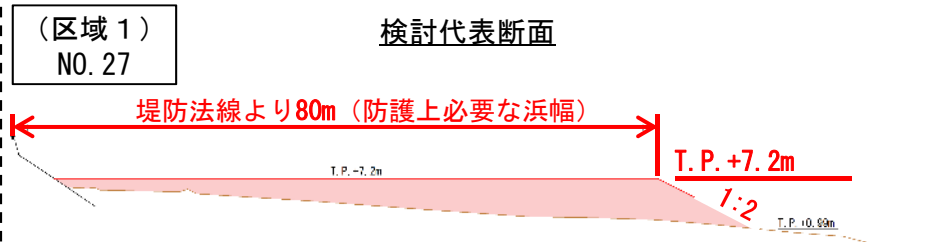


- ・ 区域1での養浜可能量は約1.2万 $m^3$
- ・ 区域2、3での養浜可能量は約0.1万 $m^3$
- ⇒ 区間全体で6.7万 $m^3$ の投入スペース不足

【基本原則に基づく検討】  
大幅に投入箇所が不足

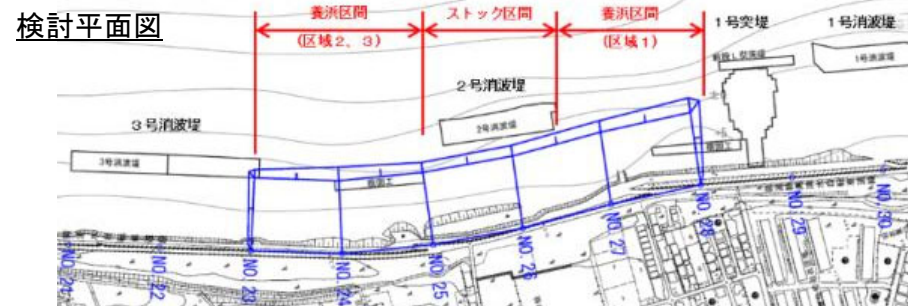
## ● 集中養浜実績に基づく養浜断面

・ 1号突堤下手での集中養浜の実績 (盛土天端高T.P. +6.0m, 法勾配1/2, 天端幅40~80m) に基づく検討の結果、計画養浜区域1~3では計画量の投入が困難であるが、2号消波堤背後に不足分をストックすること等で計画量投入分のスペース確保が可能となる。



- ・ 盛土天端高は基本原則の高さを採用
- ・ 盛土法肩位置を必要砂浜幅80mラインに設定
- ・ 盛土法勾配は施工性も考慮し実績値を採用

- ・ 盛土天端高 : T.P. +7.2m
- ・ 盛土法肩位置 : 堤防法線より80m
- ・ 盛土法勾配 : 1/2 (既往集中養浜実績に基づく)



- ・ 区域1での養浜可能量は約3.4万 $m^3$
- ・ ストック区間での養浜可能量は約1.6万 $m^3$
- ・ 区域2、3での養浜可能量は約3.8万 $m^3$
- ⇒ 計約8.8万 $m^3$  (計画養浜量8万 $m^3$ の投入が可能)

清水海岸（三保地区）の海岸保全の考え方を踏まえ、撤去ブロック活用の方針を整理

○清水海岸の考え方

（駿河湾沿岸海岸保全基本計画より抜粋）

方向：総合的な土砂管理による砂浜の回復と三保松原の景観の保全

方針（防護面）：

将来的には、砂浜の保全を主体とした構造物によらない防護を目指す。

当面は、施設と養浜を組合せるなど砂礫浜の消波機能を活用した対策を進める。

○三保地区の考え方

（三保松原白砂青松保全技術会議最終報告書（提言書の5項目）より抜粋）

1

将来、構造物に頼らずに砂浜が維持される海岸を実現するため、常に土砂供給の連続性を確保するよう努める。

2

砂浜が自然回復するまでの間、景観上配慮した最低限の施設により、砂浜を保全する。

(1) 短期対策として、1号、2号消波堤をL型突堤に置き換える。

(2) 上記対策の効果を検証した上で、中期対策として、3号、4号消波堤をL型突堤に置き換える。

清水海岸は、養浜と最低限の施設によって防護を図ることを基本とする。

⇒新たな施設の設置は対策の考え方にそぐわない。

⇒撤去ブロックは、三保地区を除いた、全体計画で位置づけられている施設で機能が不足する箇所、かつ侵食対策が必要な箇所に活用する。

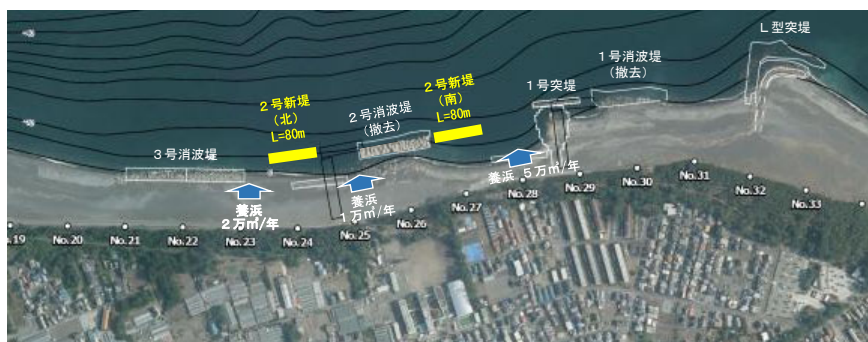
# (4) ③既設消波堤のブロック撤去 —撤去により想定される地形変化—

- ・ 養浜 8 万m<sup>3</sup>/年の実施と 2号新堤（南）（北）の整備によって 1号突堤下手側の汀線が前進しており、10年後には必要浜幅80mの確保が見込まれる。
- ・ 6年後以降、2号消波堤を嵩上げ・撤去することで、10～30年後に2号新堤（南）の下手側で汀線が最大約20m後退することが見込まれるが、必要浜幅80mは確保される見込み。

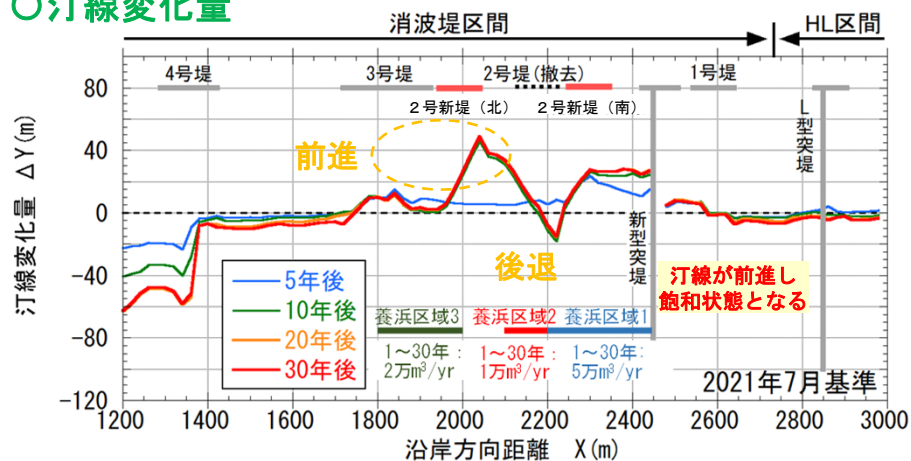
## 海浜変形予測シミュレーションによる防護評価

(第7回FU会議資料より抜粋)

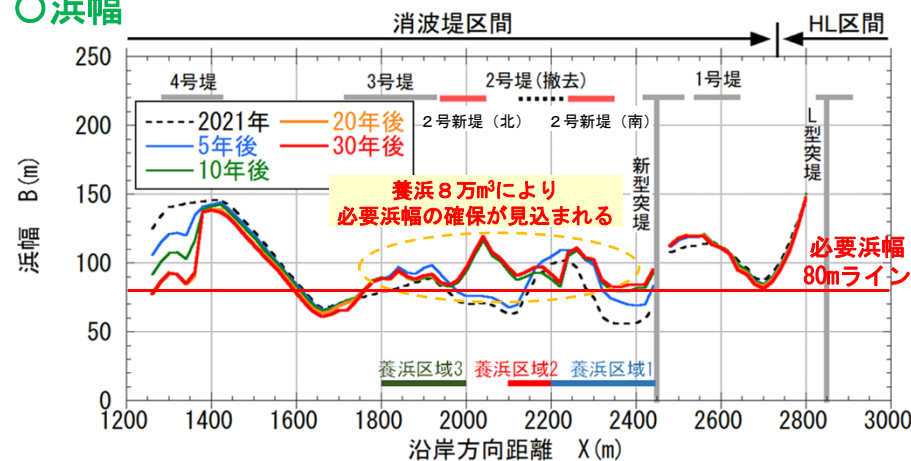
ケース	対策施設	2号新堤（南）	2号新堤（北）	養浜	2号消波堤
6	2号新堤（南） + 2号新堤（北） + 養浜区域拡大	4年～：L=80m	1～6年：なし 7～30年：L=80m	区間1：1号突堤～2号消波堤 1～30年：5万m <sup>3</sup> /年 区間2：2号消波堤下手 1～30年：1万m <sup>3</sup> /年 区間3：2号新堤（北）下手 1～30年：2万m <sup>3</sup> /年	1～5年：残置 6～7年：嵩上げ（T.P.+0.5m） 8～30年：撤去



### ○汀線変化量



### ○浜幅



## II. 報告事項

### 1. 2023年度のモニタリング結果

- (1) モニタリング計画・2023年度の実施内容
- (2) 2023年度のモニタリング結果
- (3) 2024年度のモニタリング計画

# (1) モニタリング計画・2023年度の実施内容

## ■各モニタリング項目に対する調査方法一覧表

区分	目的	モニタリング項目	調査目的	調査方法										
				地形測量			定点写真撮影	波浪観測	施設の健全度調査	関係機関への聞き取り調査	生物調査	空中写真撮影(垂直・斜め)	国との連携・情報共有	
				汀線・深淺測量	マルチビーム測量	GPS測量								
効果の検証	防護	沿岸漂砂量	清水海岸三保地区全域の沿岸漂砂量の把握	● (2回/1年)										
		砂浜幅	防護目標の必要砂浜幅80mの確保状況の把握	● (2回/1年)										
		海浜・海底地形	許容越波量に対する必要断面積の確保状況の把握	● (2回/1年)										
			養浜材採取箇所の埋め戻り状況の把握	● (2回/1年)										
		高波浪時の越波・遡上状況	越波危険箇所(砂浜些少部)の越波の有無や遡上状況の把握				● (3~4回/1年)							
	景観	海岸構造物による景観形成上の影響が低減しているか監視する	海岸構造物の見え	海岸構造物の富士山の眺望への影響の把握				● (3~4回/1年)						
		海浜形状の変化	海浜形状の変化による周辺景観への影響の把握(景観に配慮した養浜盛土も含む)				● (3~4回/1年)							
影響の確認	施設	突堤の周辺地形	突堤(横堤)の安定性の把握	● (2回/1年)	● 水中部 (突堤整備後の翌年)									
			突堤(縦堤)の漂砂制御機能の把握	● (2回/1年)	● 水中部 (突堤整備後の翌年)	● 陸上部 (突堤整備後の翌年)								
		突堤の防護性能	突堤(横堤)の消波性能の把握					● (突堤整備後の一定期間)						
		突堤の変状・劣化状況	突堤の各部材の変状・劣化状況の把握				● パトロール	● (1回/5年)						
	利用・環境	海岸利用	海岸利用への影響の把握				● パトロール							
		漁業	漁業への影響の把握							● (1回/1年)				
	生物環境	生物の生息・生育環境への影響の把握								● (1回/5年)				
長期目標実現	安倍川からの土砂供給や砂浜の自然回復が順調に進んでいるか監視する	【再掲】沿岸漂砂量	清水海岸三保地区全域の沿岸漂砂量の把握	● (2回/1年)										
		砂浜の自然回復状況	砂浜の自然回復状況(サンドボディの進行状況等)の把握	● (2回/1年)							● (1回/1年)			
		予測計算結果との整合	海浜変形シミュレーションによる長期変動予測計算の結果との整合の把握	● (2回/1年)										
		安倍川からの土砂供給	安倍川から海岸領域への土砂供給状況の把握										● (1回/1年)	
		海象条件	沿岸漂砂量や砂浜回復状況への影響、予測計算時の検討条件との差異の把握						● (通年)					

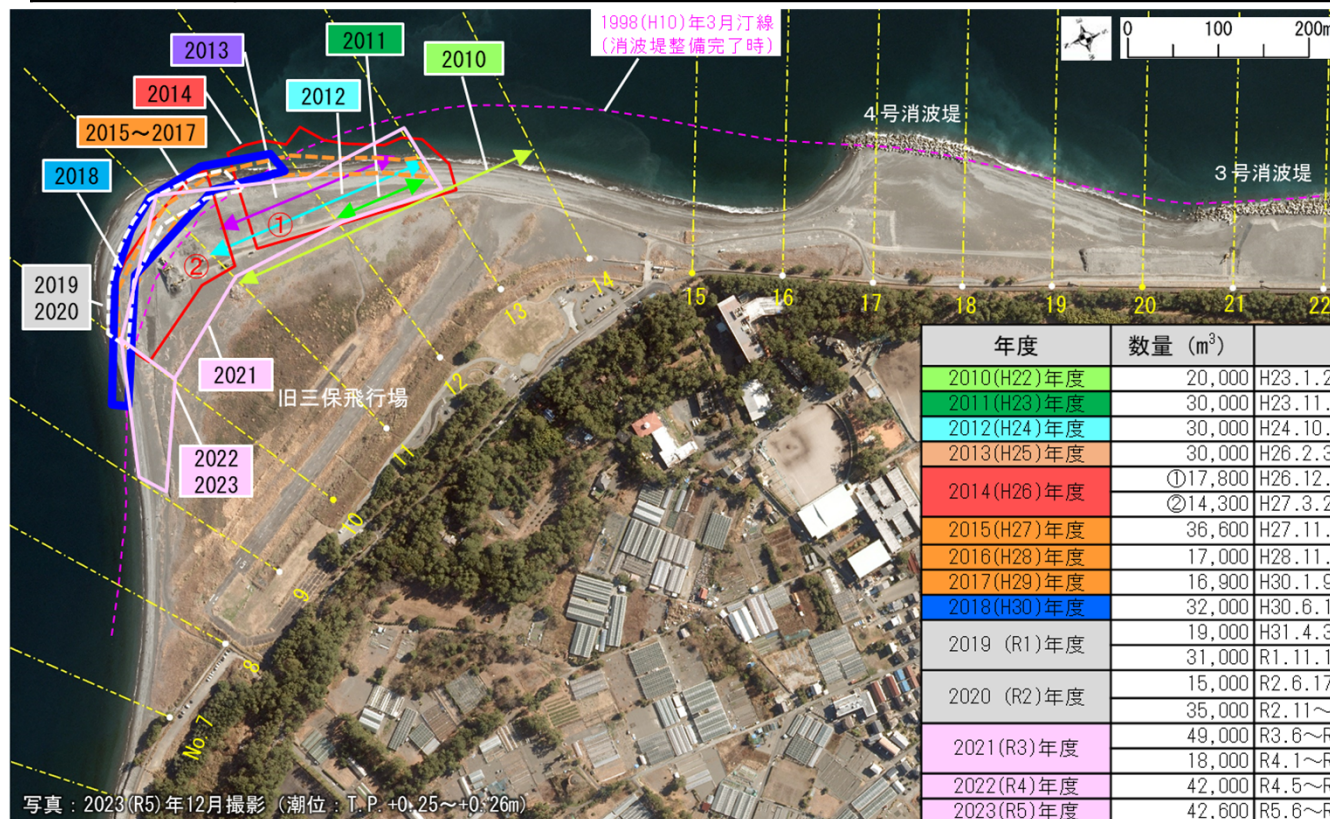


## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【防護—海浜・海底地形：養浜材採取箇所】の評価—

### 養浜採取箇所

調査目的：養浜材採取箇所の埋め戻り状況の把握

評価基準	汀線位置、断面積（1998年当時の汀線と断面積※を割り込まないこと） ※沿岸漂砂の連続性が保たれていた時期の汀線位置と断面積
評価	採取箇所は概ね回復が見られたが、 <b>上手からの侵食が4号消波堤下手に波及</b> している。 <ul style="list-style-type: none"> <li>1998年の汀線位置と比較して、No. 13より上手側では汀線を割り込んでいるが、それ以外の範囲では安定～前進している。</li> <li>1998年の海浜断面と比較して、養浜材を採取したNo. 12～10の陸上部は堆積している。</li> <li>No. 13は、汀線近傍～-10mの主に海中で侵食（断面積の減少）が見られる。</li> </ul>
対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>4号消波堤下手への養浜実施により侵食箇所の汀線の維持を図ることで採取範囲を確保する。</b></li> <li>➤ <b>モニタリングを継続するとともに、必要な養浜材の継続的な確保のため、採取方法を検討する。</b></li> </ul>

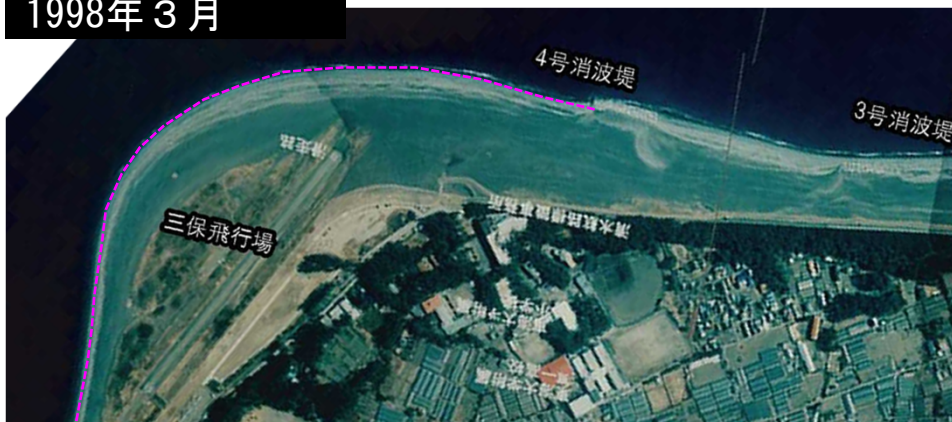


年度	数量 (m <sup>3</sup> )	採取時期	採取箇所
2010(H22)年度	20,000	H23.1.20～H23.2.28	No. 11～No. 14
2011(H23)年度	30,000	H23.11.10～H24.3.6	No. 12～No. 12+90m
2012(H24)年度	30,000	H24.10.17～H24.12.1	No. 11～No. 13
2013(H25)年度	30,000	H26.2.3～H26.3.24	No. 11+25m～No. 12+75m
2014(H26)年度	①17,800 ②14,300	H26.12.18～H27.2.24 H27.3.2～H27.4.10	No. 11+50m付近～No. 13付近 No. 10～No. 11付近
2015(H27)年度	36,600	H27.11.26～H28.4.18	No. 10～No. 13
2016(H28)年度	17,000	H28.11.10～H29.2.20	No. 10～No. 13
2017(H29)年度	16,900	H30.1.9～H30.2.28	No. 10～No. 13
2018(H30)年度	32,000	H30.6.11～H31.3.18	No. 10～No. 12
2019 (R1)年度	19,000 31,000	H31.4.3～R1.6.26 R1.11.18～R2.1.14	No. 10～No. 12 No. 10～No. 12
2020 (R2)年度	15,000 35,000	R2.6.17～R2.7.27 R2.11～R3.3	No. 10～No. 12 No. 10～No. 12
2021(R3)年度	49,000 18,000	R3.6～R4.1 R4.1～R4.5	No. 10～No. 13
2022(R4)年度	42,000	R4.5～R4.12	No. 9～No. 13
2023(R5)年度	42,600	R5.6～R5.8, R5.12～R6.3	No. 9～No. 13

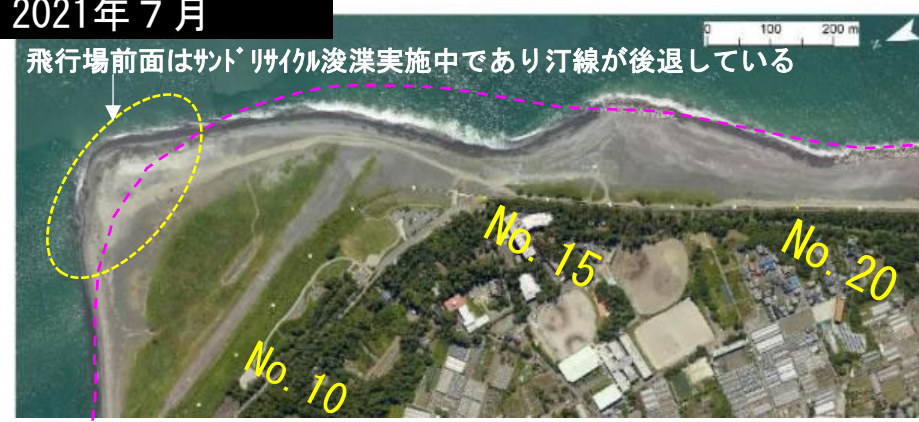
写真：2023(R5)年12月撮影（潮位：T.P.+0.25～+0.26m）

(2) 2023年度のモニタリング結果 —【防護—海浜・海底地形：養浜材採取箇所】の評価—

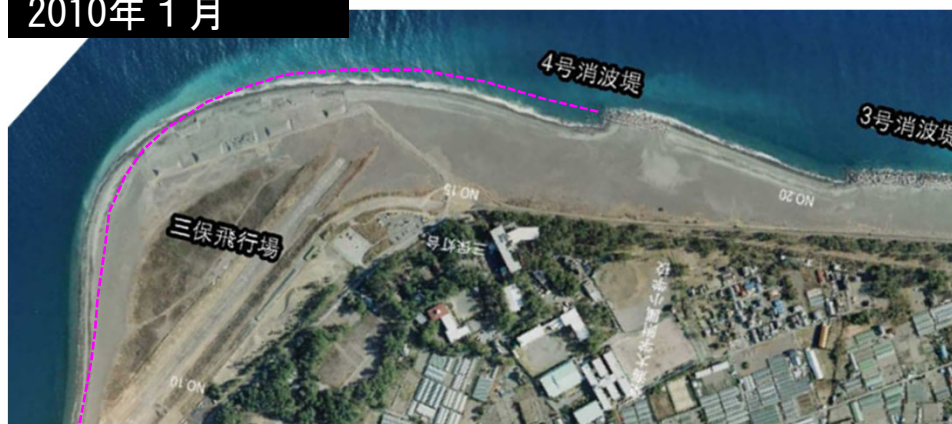
1998年 3月



2021年 7月



2010年 1月



2022年 10月



2015年 12月

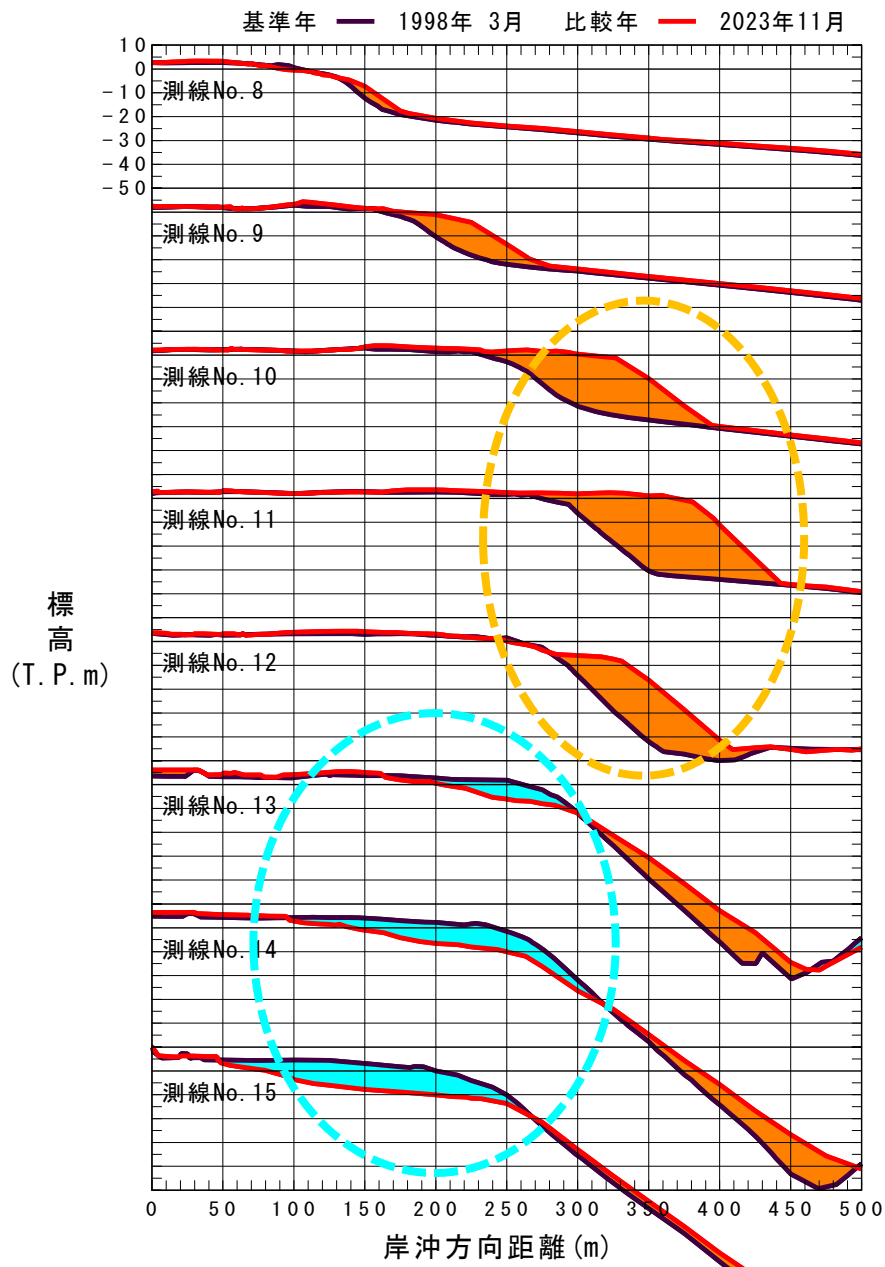


2023年 12月



## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【防護—海浜・海底地形：養浜材採取箇所】の評価—

### 測線No. 8～15海浜断面変化状況（1998年との比較）



- 測線No. 8～12：一様に堆積
- 測線No. 13～14：-10～-30m以浅で侵食  
それ以深で堆積
- 測線No. 15：-15m以浅で侵食

飛行場前面はサド、リサイクル浚渫実施中であり汀線が後退



写真：2023 (R5) 年12月撮影

## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【防護—高波浪時の越波・遡上状況】の評価—

### 高波浪時の越波・遡上状況

調査目的：越波危険箇所(砂浜が狭い箇所)の越波の有無や遡上状況の把握

評価基準	越波の有無、波浪の遡上状況
評価	高波浪が少なく、 <b>越波は発生していない。</b> ・台風10号来襲時(2020.9.7)に、1号突堤下手の養浜盛土が流出し、護岸基礎の一部が露出した。1号突堤下手の砂浜些少部への重点対策を実施しており、防護上の必要砂浜幅を確保した状態である。
対応	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 1号突堤下手に直接養浜を実施する。              2021年度分が完了(2021.6(サンドリサイクル養浜6.7万m<sup>3</sup>+サンドバイパス養浜2.8万m<sup>3</sup>))              2022年度分が完了(サンドリサイクル養浜4.2万m<sup>3</sup>+サンドバイパス養浜3.0万m<sup>3</sup>)              2023年度分を実施中(サンドリサイクル養浜2.3万m<sup>3</sup>)</li> <li>② 1号突堤下手への集中養浜の完了後、根固工を設置する。・・・完了(2021.9)</li> <li>③ 堤防背後の地盤嵩上げ(土堤の整備)を実施する。・・・完了(2021.9)</li> <li>④ モニタリングを行い、養浜材流出等の緊急時には養浜・押土等の対応を行う。・・・必要に応じて実施</li> </ol>

1号突堤周辺の状況



## (2) 2023年度のモニタリング結果 ー 波浪の来襲状況 (2023年台風7号、11月低気圧) ー

久能観測所で8月14日の台風7号来襲時に有義波高3.64m、有義波周期11.6s、11月7日の低気圧時に有義波高3.46m、有義波周期7.8sを観測したが顕著な高波浪の来襲は生じていない。

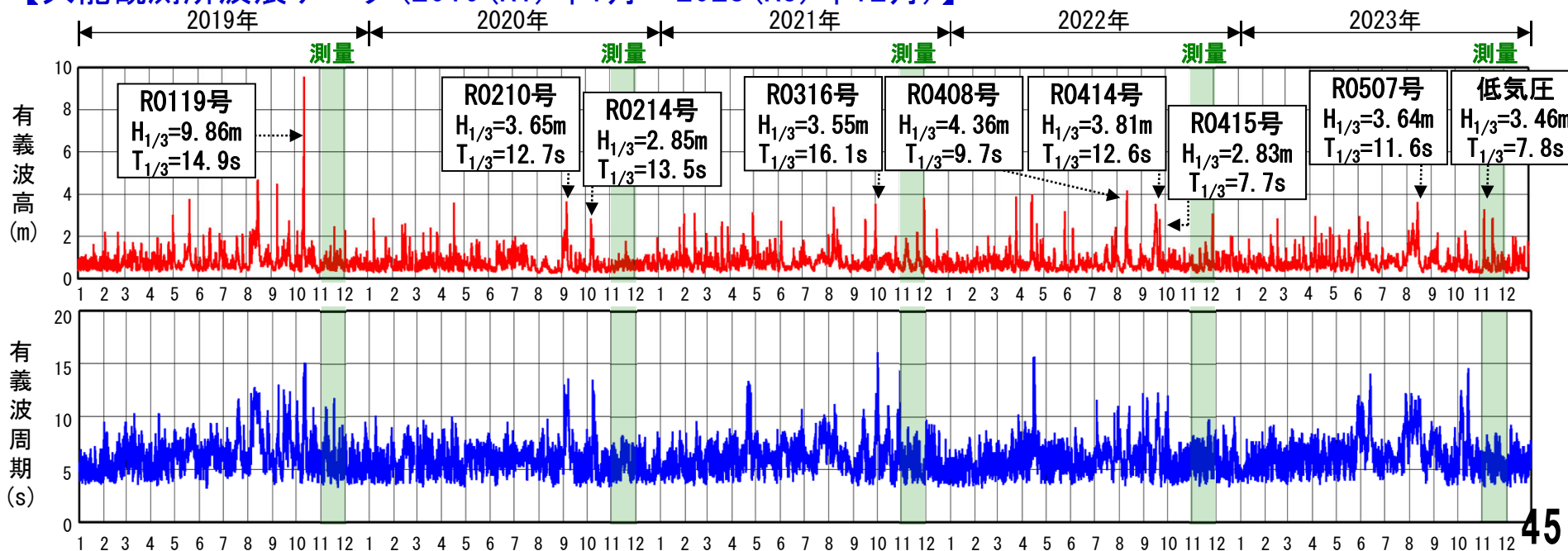
### 【久能観測所の波高上位10波(2000年～2023年12月)】

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～2023(R5)年12月)】



## (2) 2023年度のモニタリング結果 一波浪の来襲状況 (2023年台風7号) 一

令和5年8月14日の台風7号来襲時に有義波高**3.64m**、有義波周期**11.6s**を観測

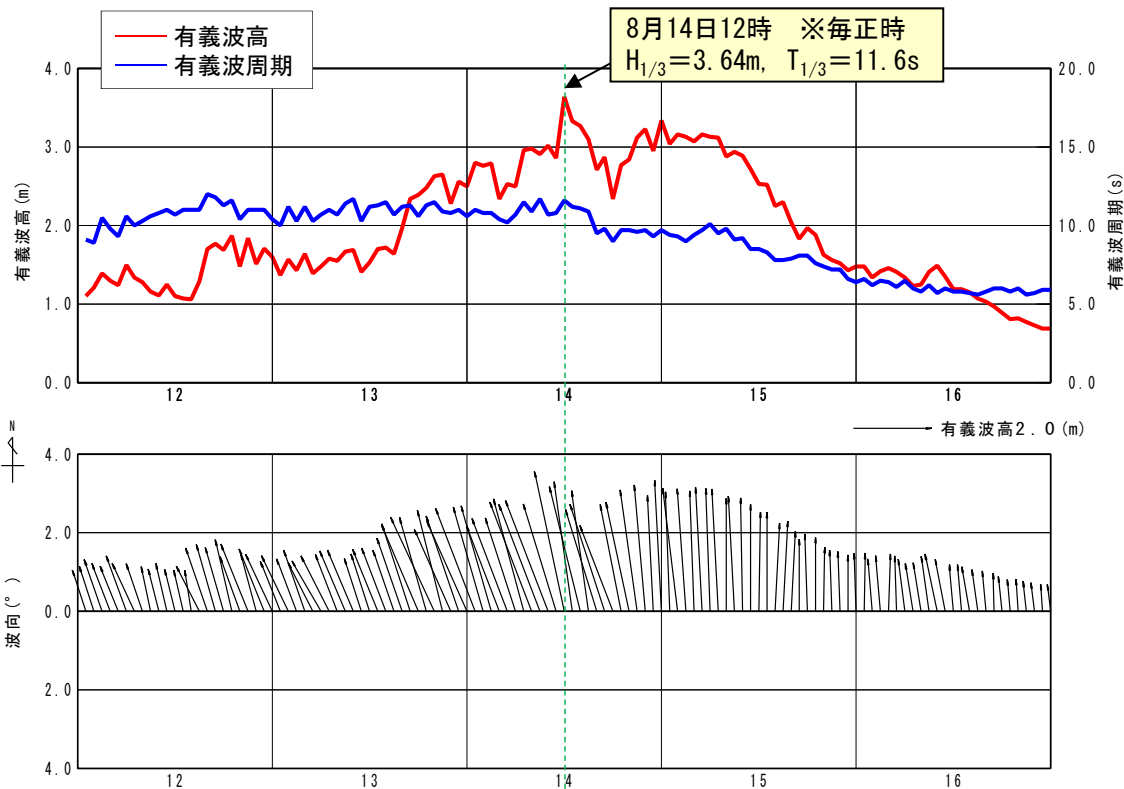
※10分毎データ

台風7号前後の  
4号ヘッドランド下手の状況

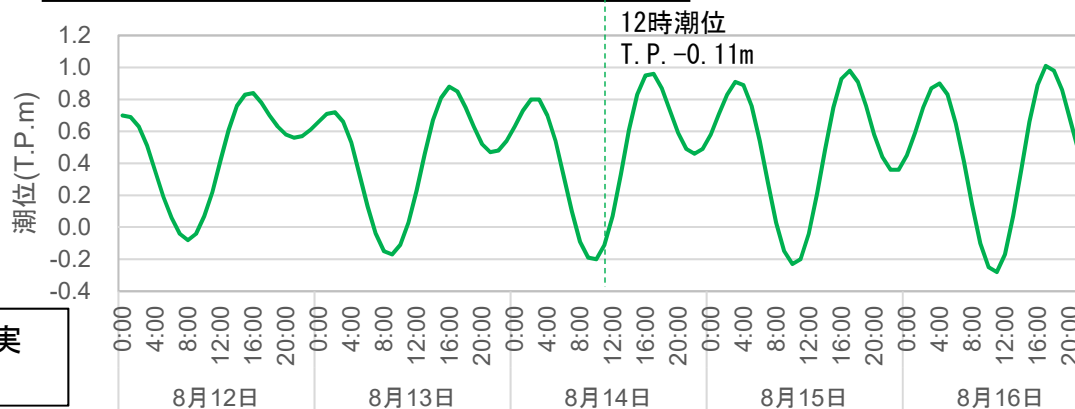


令和3年度の汀線際から海中への押土養浜の実施により、必要砂浜幅を満足した状態を維持

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)



## (2) 2023年度のモニタリング結果 一波浪の来襲状況 (2023年11月低気圧) 一

令和5年11月7日の低気圧時に  
有義波高**3.46m**、有義波周期**7.8s**を  
観測

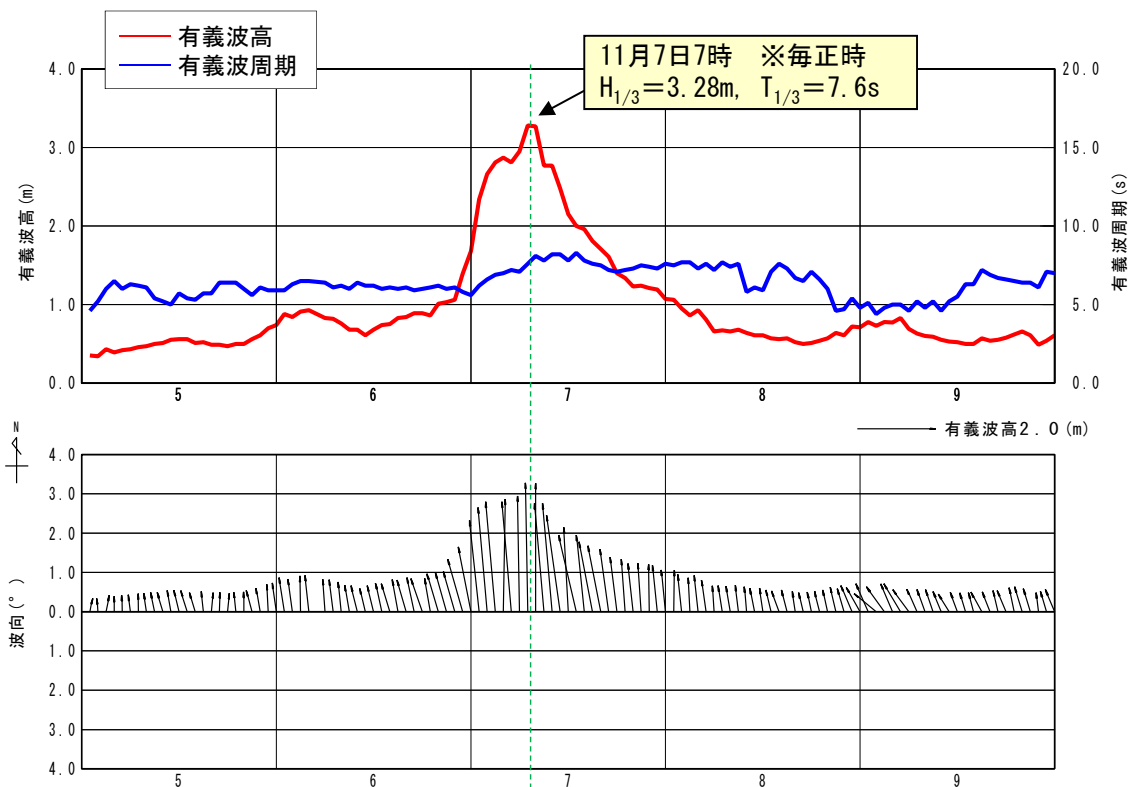
※10分毎データ

11月低気圧前後の  
4号ヘッドランド下手の状況

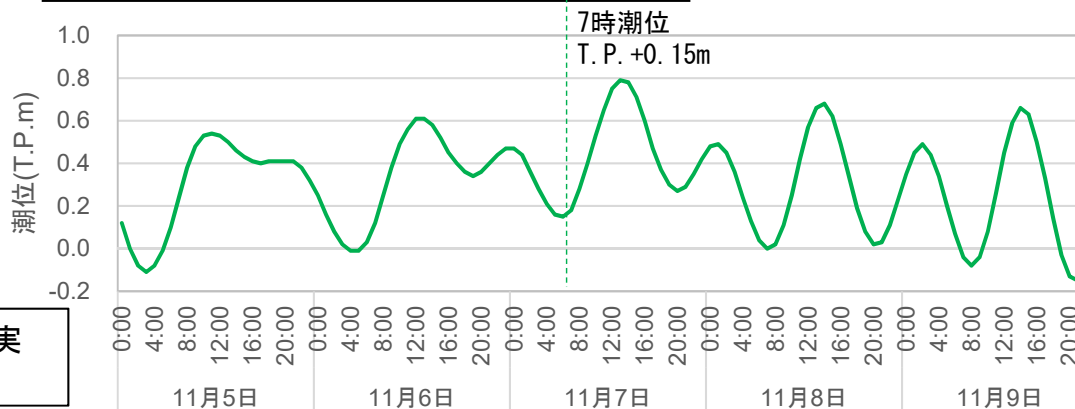


令和3年度の汀線際から海中への押土養浜の実施により、必要砂浜幅を満足した状態を維持

久能波浪観測所 (有義波高, 有義波周期, 波向、毎時データ)



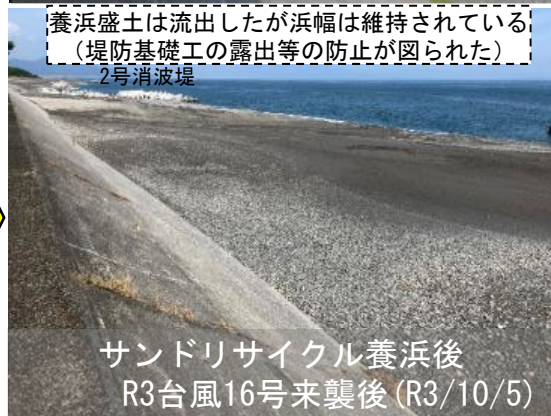
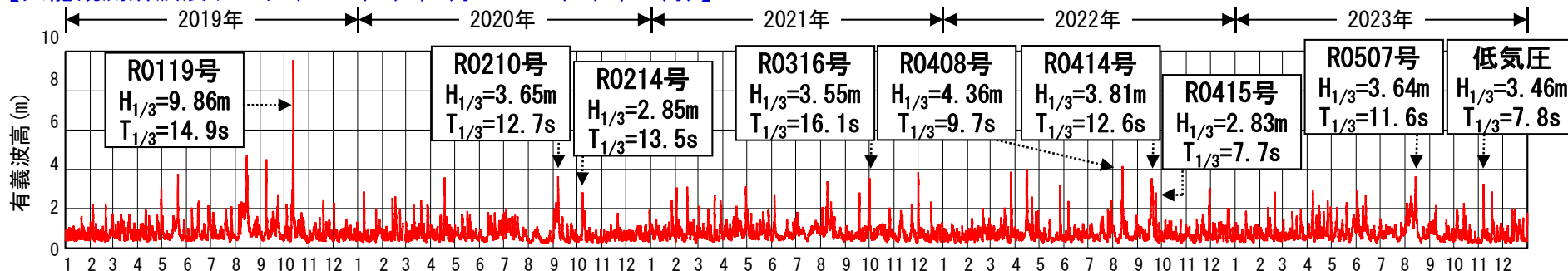
気象庁 清水港潮位観測データ (速報値)



## (2) 2023年度のモニタリング結果 - 1号突堤下手の侵食状況 -

- 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3～5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～2023(R5)年12月)】

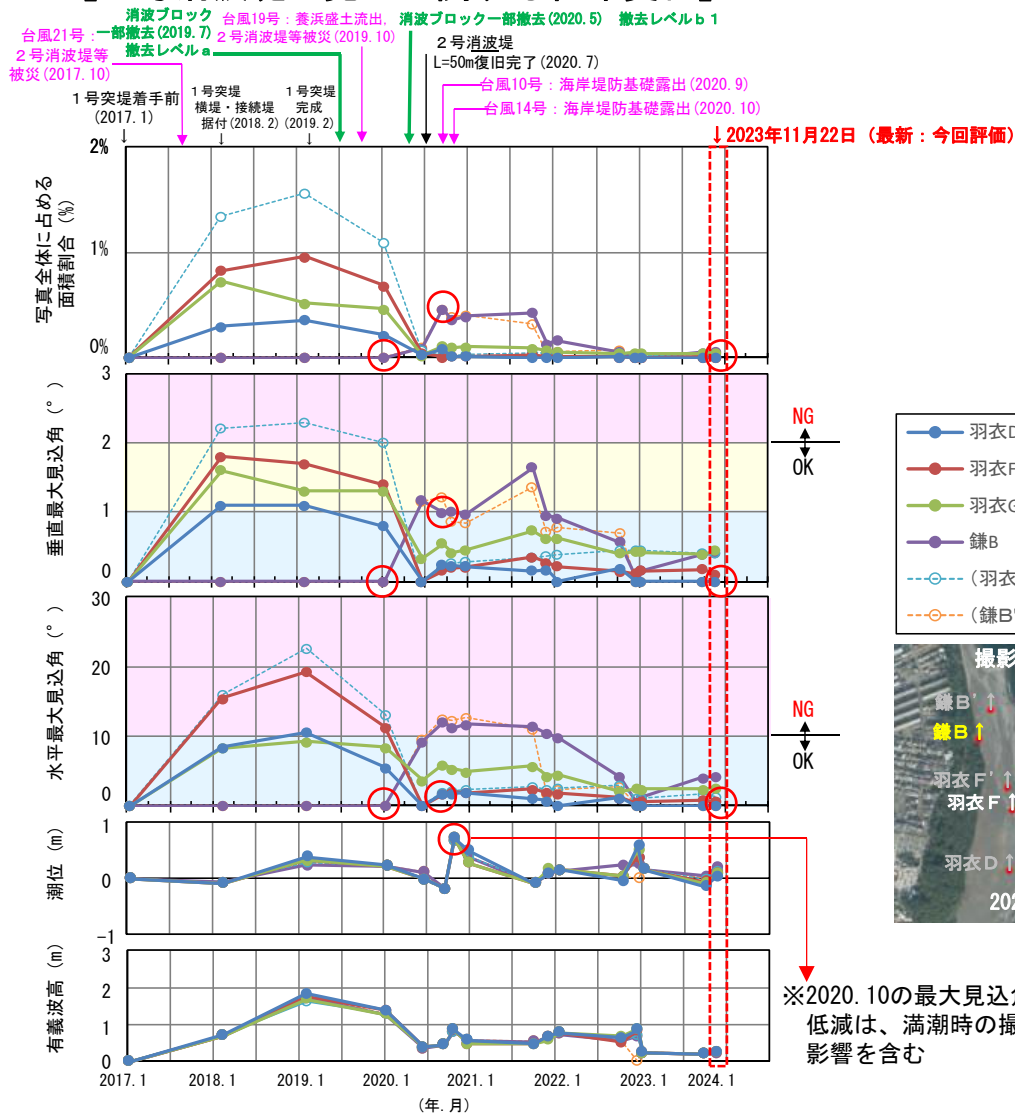




## (2) 2023年度のモニタリング結果 - 2号消波堤の見えの変化 -

- 2号消波堤は、消波ブロックの設置（復旧）前の2020年1月に比べて、設置（復旧）後の2020年9月時には鎌B、鎌B'の面積割合、垂直最大見込角及び水平最大見込角が大きくなった。2023年11月には、2号消波堤背後の養浜盛土により、全ての指標の値が小さくなり景観への影響が低減した。

### 【2号消波堤の見えに関する経年変化】



### 【鎌B地点における2号消波堤の設置（復旧）前後の変化】

■ : 2号消波堤



※2023年度では大きな台風や高波浪が生じなかったことから、撮影時の潮位や波浪、撮影箇所付近の堆砂状況の変化等によって一時的に露出するブロックは評価の対象外とする。

## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【景観—海浜形状の変化】の評価—

### 海浜形状の変化

目的：海浜形状の変化による周辺景観への影響の把握

評価基準	周辺景観との一体性や連続性
評価	2号消波堤はブロックの復旧により天端部分が視認される状況となったが、1号突堤背後に実施した集中養浜により、2号消波堤がほとんど視認されない状況となった。
対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1号消波堤の消波ブロックの撤去について、当初計画と現況の比較等を行い、次段階撤去の検討を行う。</li> <li>➤ 1号突堤上手の必要浜幅は確保されているため、高波浪による汀線後退で必要浜幅が不足した際には、砂浜の回復と下手への漂砂の供給を行うため、養浜を実施する。</li> </ul>



(2) 2023年度のモニタリング結果 —【景観—海浜形状の変化】の評価 1号突堤整備前—

- ・ 1号消波堤背後に景観に配慮した養浜盛土を2.2万 $m^3$ 実施 (1.9万 $m^3$ 残存 : 2016.9測量)
- ・ 高さ2m (天端高T.P.+4.5m)の展望盛土を築造

2017年1月12日撮影 (潮位T.P.+0.1m)  
羽衣F地点, 焦点距離27mm



## (2) 2023年度のモニタリング結果 — 1号突堤縦堤ブロック据付完了後 —

- ・ 1号突堤縦堤ブロック据付完了直後の状況、養浜盛土施工中、1号消波堤ブロック撤去前

2019年2月4日撮影（潮位T.P.+0.3m）  
羽衣F地点，焦点距離27mm

1号突堤縦堤ブロック据付完了（2019年2月3日）



## (2) 2023年度のモニタリング結果 - 1号消波堤撤去レベルb 1実施後 -

- ・ 1号消波堤撤去レベルb 1実施後 (2020年12月)

2020年12月24日撮影 (潮位T.P. +0.28m)  
羽衣F地点, 焦点距離27mm



## (2) 2023年度のモニタリング結果 -2023年台風7号・11月低気圧による高波浪後-

- ・ レベルb 1の撤去を実施した1号消波堤の上手で汀線がやや後退し、周辺のブロックが視認されやすくなった。

2023年11月22日撮影 (潮位T.P. +0.08m)  
羽衣F地点, 焦点距離27mm

2号消波堤  
(2021年3月復旧完了)

1号消波堤撤去レベルb 1実施完了  
(2020年5月)

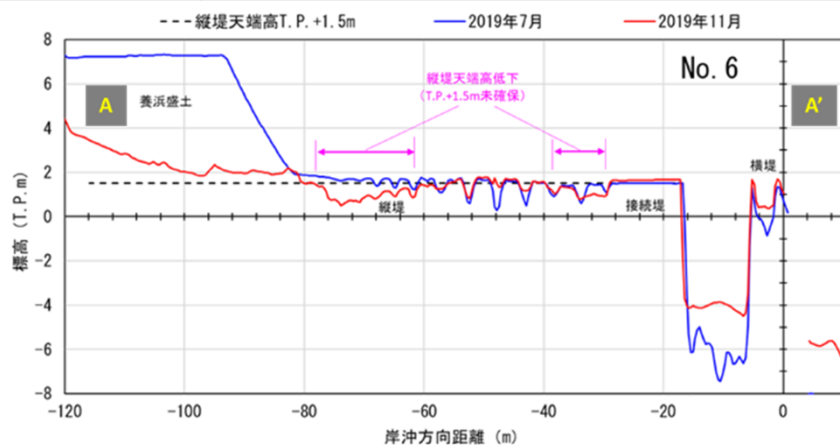


## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【施設—突堤の周辺地形】の評価—

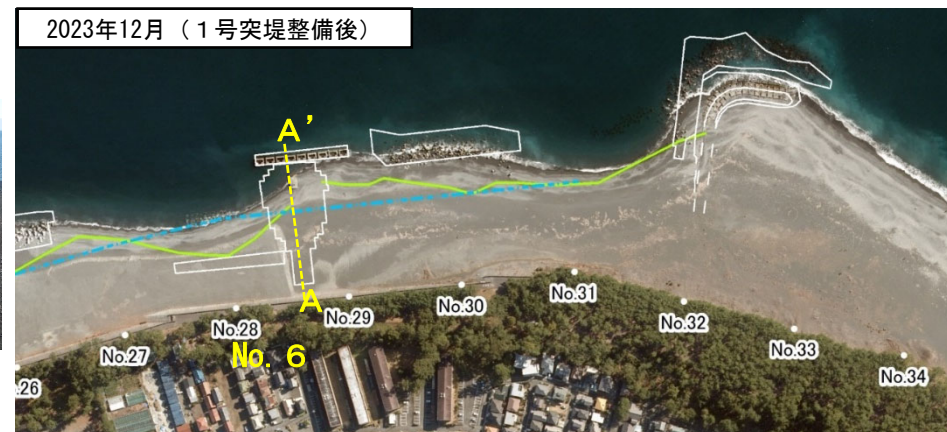
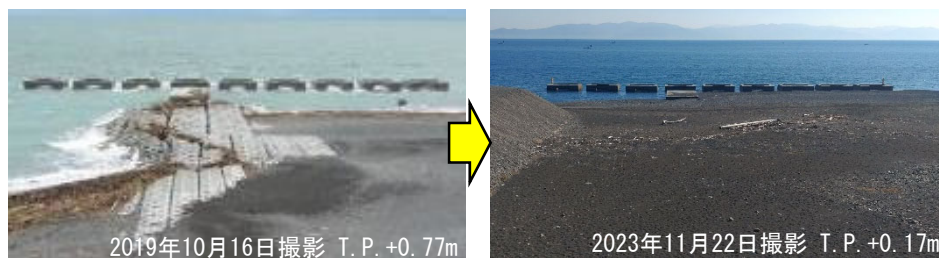
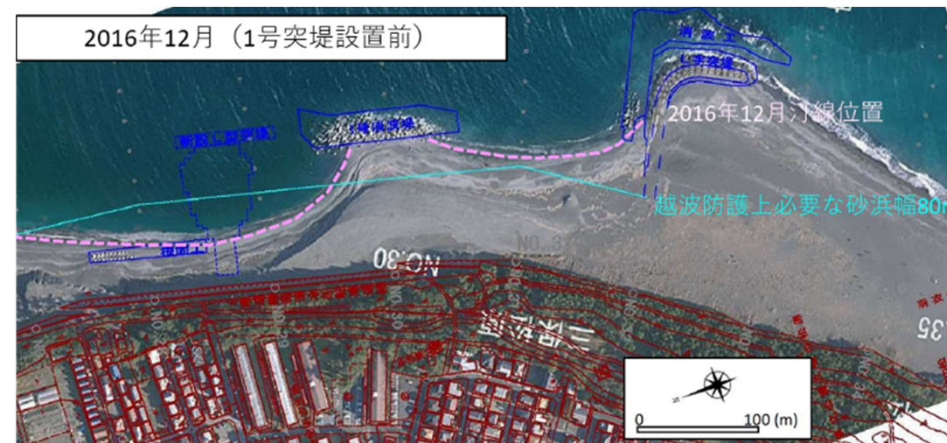
### 1号突堤の周辺地形

調査目的：突堤（縦堤）の漂砂制御機能の把握

評価基準	突堤（縦堤）の漂砂制御機能、必要天端高T.P.+1.5mの確保
評価	1号突堤の上手で必要砂浜幅80mを確保できており、想定した <b>漂砂制御機能を発揮している</b> と推測される。
対応	➤引き続き、突堤周辺の地形変化より突堤（縦堤）の漂砂制御機能を把握していく。



2019年度縦堤中央部の測線No. 6による天端高の確保状況確認（2020は測量未実施）



## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【施設—突堤の変状・劣化】の評価—

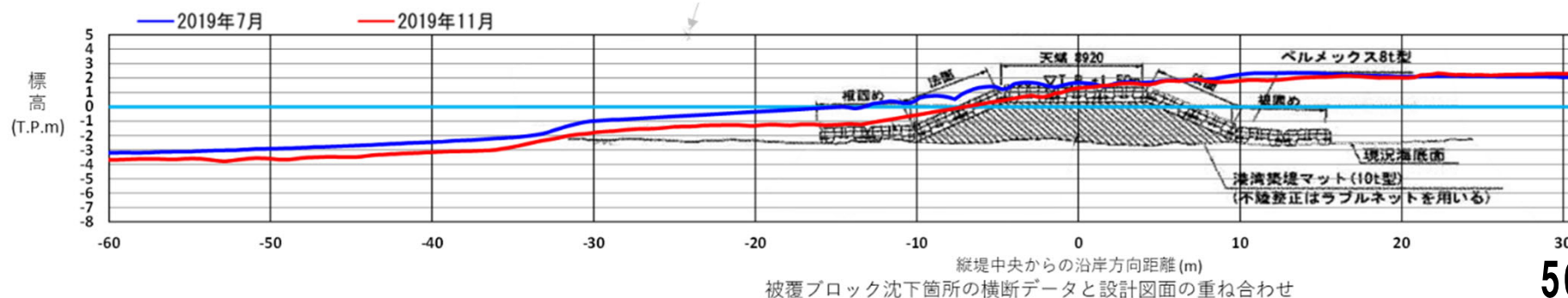
### 1号突堤の変状・劣化

調査目的：突堤の各部材の変状・劣化状況の把握

評価基準	突堤に変状が確認されないこと 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
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・横堤及び縦堤に変状は確認されていないため、<b>安定性に問題は無い</b>と推測されるが、2019年台風19号来襲後に縦堤の下手側に沈下が見られた。</li> <li>・<b>漂砂制御機能に影響は無い</b>ため、今後の変状の有無を確認し必要に応じて復旧を行う。</li> </ul>
対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 1号突堤の下手側に集中養浜を2019年度～2022年度にかけて継続的に行った。</li> <li>➢ 縦堤の沈下箇所は堆砂の進行により現状での復旧の必要性は少ないが、引き続きモニタリングを行い、必要に応じて復旧する。</li> </ul>

(調査結果)

天端高の沈下は汀線の後退が見られた縦堤の下手側で生じた。2019年台風19号来襲前後の7月と11月の測量成果を比較すると、1号突堤下手側の地盤高が一様に1m程度低下していた。沈下した箇所の被覆ブロックは、設置時の配置のまま沈下しているため、波力による移動・散乱ではなく、突堤下手側の侵食にともなう地盤低下の影響と推測される。





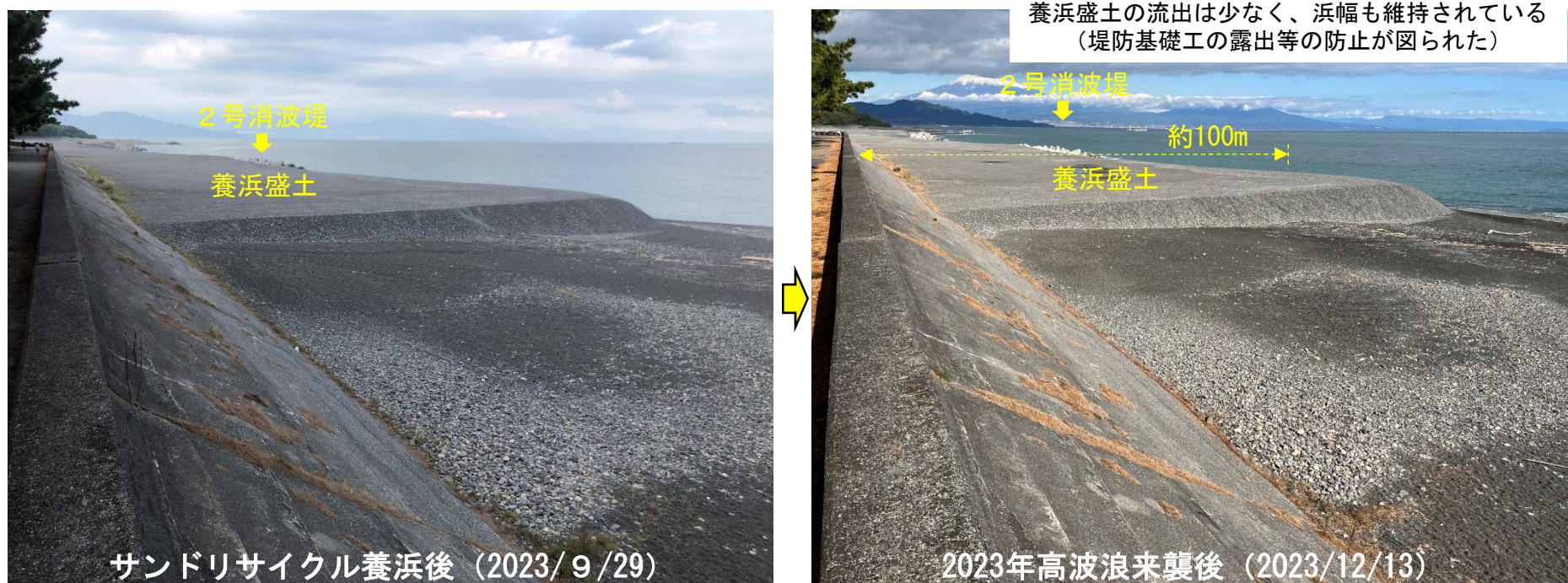
## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【利用・環境—海岸利用】の評価—

### 海岸利用

目的：海岸利用への影響の把握

評価基準	海岸利用に悪影響を及ぼしていないこと
評価	高波浪が少なく、 <b>越波は発生していない</b> 。 ・11月の低気圧時（2023. 11. 7）に、久能観測所の有義波高3. 46m、有義波周期7. 8sを観測した。2021年、2022年と同規模の高波浪であったが、2号消波堤復旧+養浜等の実施により浜幅が維持され、堤防基礎工の露出等の防止が図られた。
対応	➤ 対策による海岸利用への影響を確認するため、今後も高波浪後にパトロールを実施していく。

### 2023年高波浪来襲前後の海浜形状変化



## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【利用・環境—漁業】の評価—

### 漁業

目的：漁業への影響の把握

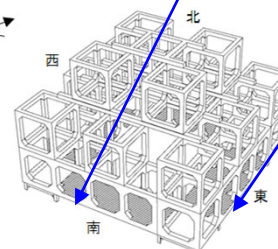
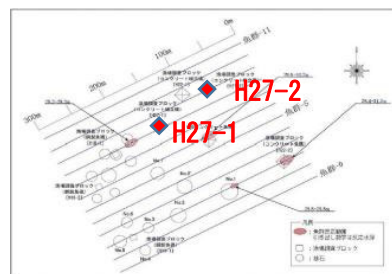
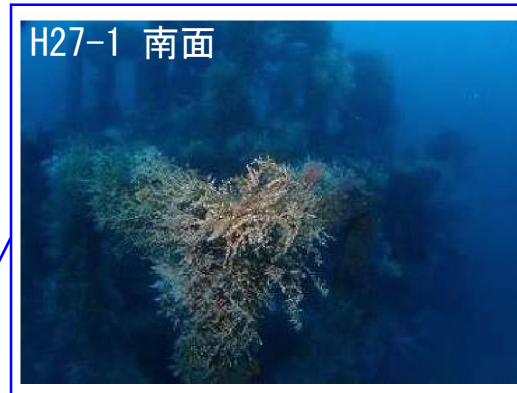
評価基準	漁業に悪影響を及ぼしていないこと
評価	<p>漁礁周辺は堆砂等は生じておらず魚類も集まっていることが確認されたため、<b>漁業への影響は問題が無いレベル</b>と推測される。</p> <p>・ 三保沖の漁礁周辺のモニタリング結果から、漁礁の移動・変形等はなく、漁礁底面では昨年度から変化がなく砂礫の堆積は見られない。養浜土砂による影響等は確認されず、魚類が集まっていることを確認した。</p> <p>・ 対策の実施による影響等は、清水漁業協同組合等から指摘されていない。</p>
対応	<p>➤ 対策による漁業への影響を確認するため、今後も漁礁モニタリングと関係機関への聞き取り調査を実施し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

### 【2023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 確認魚種および蛸集場所			
魚種名	体長	尾数	蛸集場所
1 ネンブツダイ	5cm	100	漁場調査ブロック内
2 サクラダイ	10cm	50	漁場調査ブロック内
3 オキゴンベ	10cm	6	漁場調査ブロック内
4 イシガキダイ	30cm	2	漁場調査ブロック内
5 キンチャクダイ	10cm	2	漁場調査ブロック内
6 ゲンロクダイ	10cm	2	漁場調査ブロック内
7 オオモンハタ	100cm	1	漁場調査ブロック内
8 ヒゲダイ	40cm	1	漁場調査ブロック内
9 ハナミノカサゴ	10cm	1	漁場調査ブロック内

H27-2 確認魚種および蛸集場所			
魚種名	体長	尾数	蛸集場所
1 ネンブツダイ	5cm	100	漁場調査ブロック内
2 アジ	10cm	20	漁場調査ブロック周辺
3 イサキ	10cm	20	漁場調査ブロック周辺
4 オキゴンベ	10cm	10	漁場調査ブロック内
5 キタマクラ	10cm	10	漁場調査ブロック周辺
6 サクラダイ	8cm	5	漁場調査ブロック内
7 ハコフグ	5cm	5	漁場調査ブロック内
8			



コンクリート組立礁（設置年H27-1, H27-2）

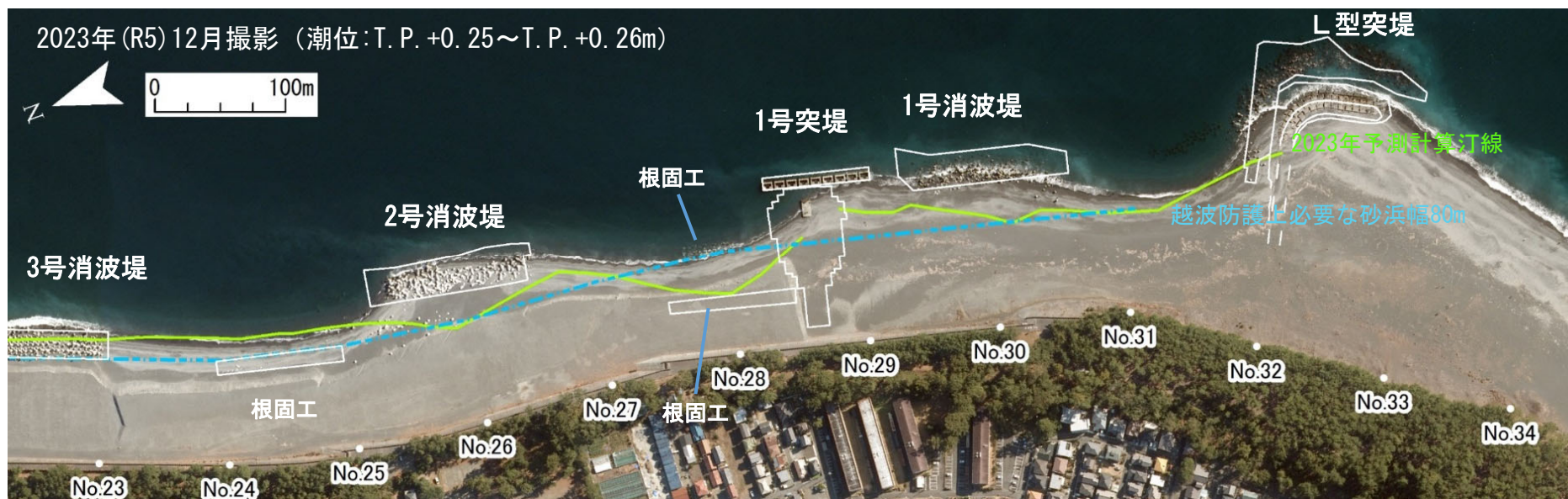
設置水深30m

## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【長期目標実現—予測計算結果との整合】の評価—

### 予測計算結果との整合

調査目的：海浜変形シミュレーションによる予測計算の結果との整合の把握

評価基準	海浜変形シミュレーション予測結果との整合
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1号突堤周辺の上手区間は想定以上の<b>沿岸漂砂制御効果が発揮</b>されている。</li> <li>・ 下手区間は2023年についても高波浪や大きな台風が来襲せず、かつ1号突堤の下手側の盛土養浜の歩留まりが高いため、計画養浜量の投入区間を確保できないことが課題である。</li> </ul>
対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 3号消波堤背後に不足分をストックすることで計画量投入分のスペースを確保する。</li> </ul>



## (2) 2022年度のモニタリング結果 —【長期目標実現—安倍川からの土砂供給】の評価—

第8回三保松原景観改善技術フォローアップ会議資料

### 安倍川からの土砂供給

調査目的：安倍川から海岸領域への土砂供給状況の把握

評価基準	総合土砂管理計画における評価
評価	2022年度の検討では、海岸領域は <b>砂利採取、海岸保全施設の整備等により回復傾向であると評価</b> された。 ・2023年3月2日開催の「第9回安倍川総合土砂管理計画フォローアップ作業部会」におけるモニタリング結果及び評価から、各領域における土砂管理の状況を確認した。
対応	➤ 国との情報共有や連携により、流砂系全体での土砂管理に努める。

#### (4) 計画策定時の土砂動態の現状と課題

#### 2 土砂管理対策とモニタリング調査結果

今回審議

計画策定時の安倍川流砂系における領域での現状と課題を整理した。

各領域での防災と土砂移動の連続性に対する現状と課題(計画策定時)

領域		各領域での防災	土砂移動の連続性
安倍川流砂系全体		<ul style="list-style-type: none"> <li>各領域における整備に関する計画等との整合を図りながら必要な対策を実施していく</li> <li>対策の実施にあたっては、領域間の土砂移動の連続性が確保される対策を採用する</li> <li>対策の実施状況と各領域の土砂動態の変化を監視するためのモニタリングを行い、必要に応じて対策の見直しを行う</li> </ul>	
土砂生産・流出領域 山地河川領域	現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂災害対策として整備した砂防堰堤では、満砂するまでの供給土砂量の減少により、一定期間施設下流の河床低下が生じた</li> <li>今後も土砂災害の抑制(洪水時の土砂流出抑制)に向けた砂防設備の整備が必要</li> <li>砂防堰堤直下の河床低下</li> <li>土砂災害の発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設砂防堰堤は満砂しており、長期的な土砂移動の連続性は保たれている</li> <li>下流領域への<b>長期的・継続的な土砂供給の確保</b></li> </ul>
中・下流河川領域	現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>河床上昇に伴う<b>流下能力不足</b></li> <li>河道の単断面化により、偏流による<b>高水敷や堤防の侵食等による破堤氾濫の危険性が增大</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間20万～25万m<sup>3</sup>/年の河道掘削(砂利採取含む)を実施している平成16年以降において、静岡海岸での侵食傾向は認められない</li> <li>河口テラス、海岸領域への<b>供給土砂量(土砂の連続性)の確保</b></li> </ul>
海岸領域	現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>清水海岸は、養浜(サンドリサイクル、サンドバイパス)及び海岸保全施設等により早期回復の対策を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静岡海岸は、砂利採取規制、海岸保全施設の整備等により回復傾向</li> <li>安倍川、河口テラスからの土砂供給(土砂の連続性)による<b>海岸の維持・回復</b></li> </ul>

出典：安倍川総合土砂管理計画 P24 課題を赤字で表示

20

## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【長期目標実現—海象条件】の評価—

### 海象条件

調査目的：沿岸漂砂量や砂浜回復状況への影響、予測計算時の検討条件との差異の把握

評価基準	既往観測データとの差異
評価	<p>高波浪が少なく、清水海岸全体で施設や背後地に多大な被害は生じていないため、<b>計画外力の見直しは行わない</b>。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2019年台風19号では、<math>H_{1/3}=9.86\text{m}</math>、<math>T_{1/3}=14.9\text{s}</math>を記録した。これは久能観測所において2000年の観測以来、第3位の有義波高であった。</li> <li>・施設+養浜の効果によって地形が維持された箇所もあるが、施設下手等の弱部や養浜量が計画量以下であった区間では侵食が生じた。</li> <li>・なお、この2019年台風19号の時の気象庁石廊崎波浪観測所では、<math>H_{1/3}=13.2\text{m}</math>、<math>T_{1/3}=14.1\text{s}</math>を記録した。これは、清水海岸の計画外力(50年確率波)である沖波波高<math>H_0=12.0\text{m}</math>、沖波周期<math>T_0=17.0\text{s}</math>(1976年から22年間の石廊崎測候所の観測データより設定)と同等程度である。さらに、気象庁清水港検潮所の潮位記録では過去最高潮位記録を更新した(T.P.+1.63m)。これは清水海岸の計画高潮位<math>H.H.W.L=T.P.+1.66\text{m}</math>と同等程度であった。これらより、台風19号時は計画外力と同等程度の外力が作用したものと推定される。</li> <li>・2017年の台風21号時も、石廊崎波浪観測所では、<math>H_{1/3}=14.7\text{m}</math>、<math>T_{1/3}=16.2\text{s}</math>を記録しており、波高の増大傾向が見られる。今後もこの傾向が継続し、被災が頻発する場合には、計画外力の見直しも視野に入れた検討が必要となってくる可能性がある。</li> </ul>
対応	<p>➤ 将来の統計処理に備え、引き続き海象データを収集・蓄積していく。</p>

### 【計画外力 ( $H_0=12\text{m}$ ) 超過時における久能観測所と石廊崎観測所の観測記録】

気象要因	久能観測所		石廊崎観測所	
	有義波高 (m)	有義波周期 (s)	有義波高 (m)	有義波周期 (s)
2019年台風19号	9.9	14.9	13.2	14.1
2017年台風21号	11.7	16.5	14.7	16.2
2014年台風18号	9.3	15.1	12.8	14.9

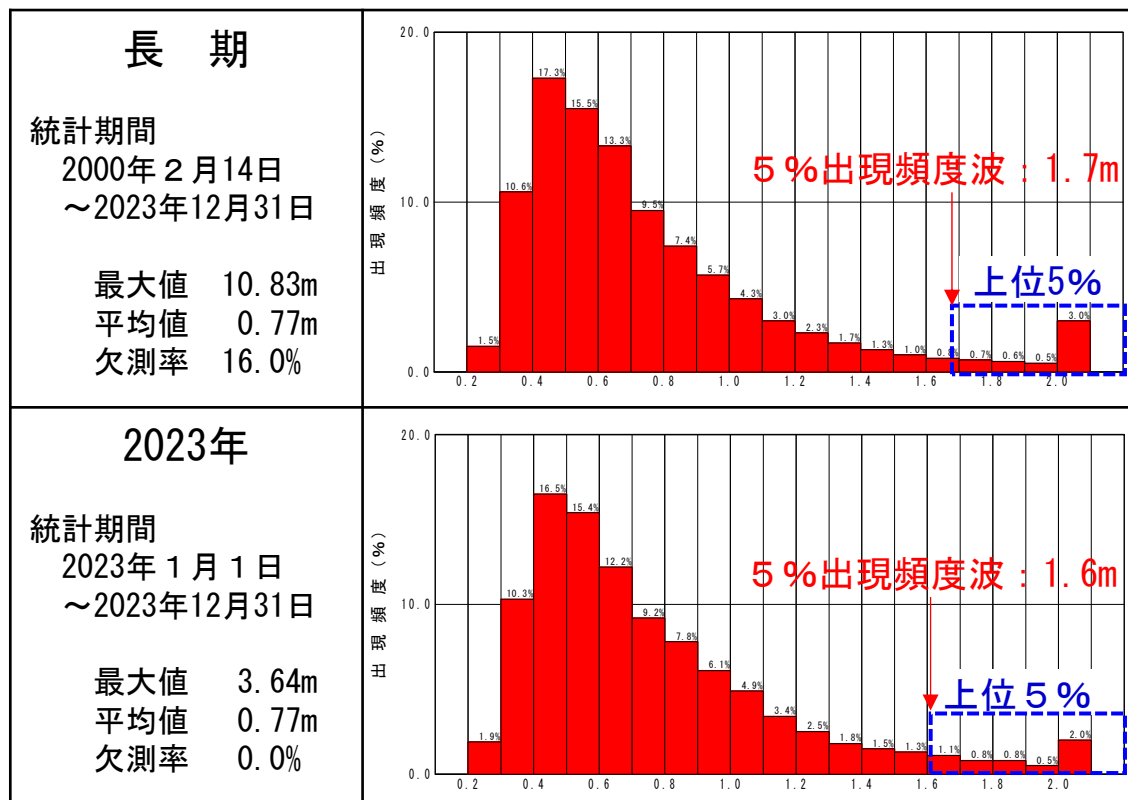
## (2) 2023年度のモニタリング結果 —【長期目標実現—海象条件】の評価—

### 海象条件

調査目的：沿岸漂砂量や砂浜回復状況への影響、予測計算時の検討条件との差異の把握

評価基準	既往観測データとの差異
評価	<p>予測計算の波高条件に比べて2023年の波高は低かったため、波高条件の見直しは不要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予測計算の入射波条件：沖波波高<math>H_o=3\text{m}</math>、周期<math>T=9\text{s}</math>（石廊崎測候所観測波浪の5%出現頻度波）</li> <li>・ 久能観測所の5%出現頻度波は、長期（2000～2022年）は1.7m、2023年は1.6m 石廊崎波高データとの相関関係より、<math>1.7\text{m} \times 1.41 = 2.4\text{m} &lt; 3.0\text{m}</math></li> </ul>
対応	➤ 引き続き海象データを収集する。

### 【波高別出現頻度（久能観測所）】



### 石廊崎及び久能沖観測記録による有義波高の相関図

統計期間：2001年1月1日～2004年12月31日

