

平成27年度 第1回 清水海岸侵食対策検討委員会

検討資料

平成27年5月20日

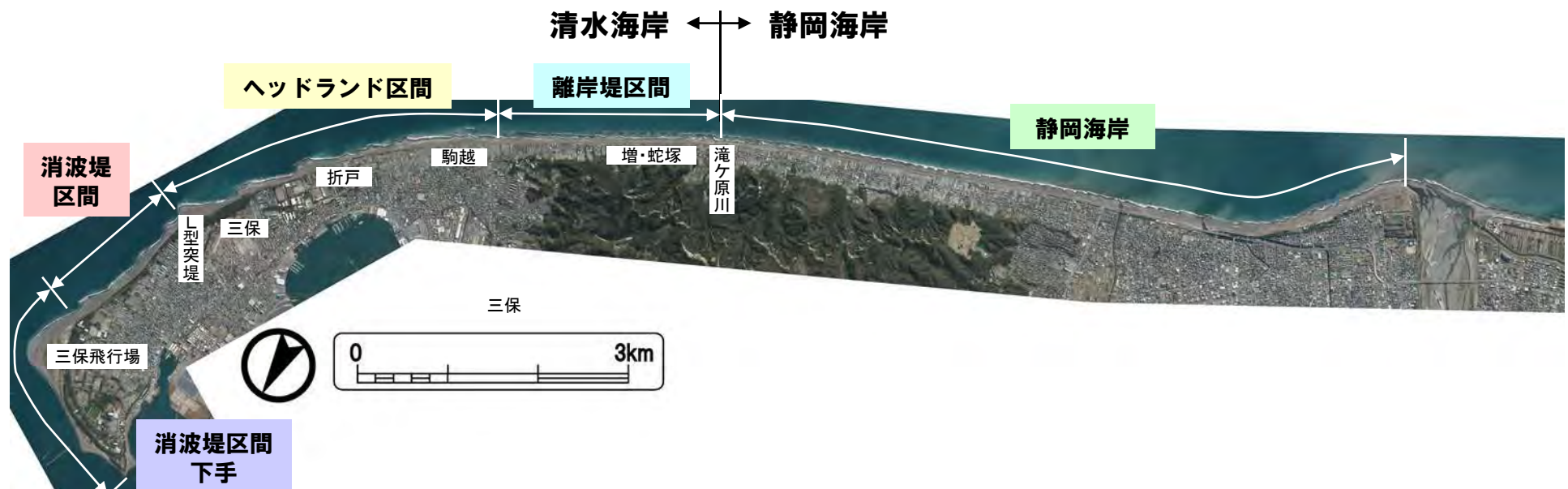
静岡県

1. 消波堤区間の景観改善検討の報告

2. 平成26年度の事業実施状況と平成27年度の事業予定

3. 海岸保全上の課題への対応

- ・ヘッドランド区間の防護水準の確保
- ・サンドリサイクル養浜の増量の検討



1. 消波堤区間の景観改善検討の報告



第4回 三保松原白砂青松保全技術会議の様子（平成27年2月3日）

(1) 三保松原白砂青松保全技術会議の設立

4

H25.4.30

イコモスが、富士山からの距離
や**景観上の問題**を理由に
「三保松原」を構成資産から**除外**
するよう**勧告**



H25.6.22

ユネスコ世界遺産委員会で、
「三保松原」も**構成資産に含む**
形で、「富士山」が世界文化遺
産として**登録決定**

世界遺産登録を受けた取り組み

世界遺産にふさわしい海岸を後世に伝えるために・・・

- 砂浜の保全に大きな役割を果たしてきた消波ブロックの存在が、**審美的観点において望ましくないという指摘を受けたことを重く受け止める。**
- 海岸侵食の勢いはいまだ衰えておらず、地球温暖化による海面上昇や津波など、海岸部における災害防止の必要性は増大している。

これまでの経験と、先端の知見・技術を駆使し、防護と景観の両面から問題を捉え、両者を高い次元で調和させることにより、文化財としての新たな価値を創造する。

(三保松原白砂青松保全技術会議設立趣意書を引用)

三保松原白砂青松保全技術会議の設立

世界遺産構成資産にふさわしい、景観と防護が調和する新たな海岸の姿を実現するため、近藤前文化庁長官を座長とする技術会議を設立し、海岸工学や景観・文化財保護などの多角的な視点から提案・助言を受ける。



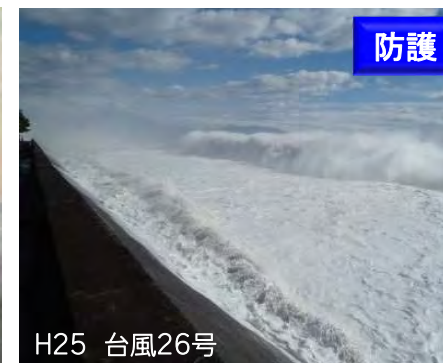
第1回 三保松原白砂青松保全技術会議(平成25年9月10日)



「背後地の防護」と「芸術の源泉にふさわしい景観」を高い次元で両立させる



「富士山、松林、砂浜、海」の組み合わせにより景観を構成する



50年に1回発生する規模の波浪や想定される津波から背後地を防護する。

配 置

- ・ 現消波堤位置への設置（2基）及び1号堤～2号堤中間への設置（1基）という2つの選択肢から、防護と景観のバランスのとれた案を選定する。

第4回での対応

シミュレーションを主とする多角的な検証で最適配置を提案

形 状

- ・ 縦堤の先端位置は侵食前（1998年）の汀線付近とする（消波堤位置ではT.P.-4m）。
- ・ 横堤長は70mを基本とする。
- ・ 天端高はT.P.+1.5mを基本とする。

第4回での対応

模型実験結果を踏まえた構造形式を提案

養 浜

- ・ 総量は5万m³/年（飛行場付近からのサンドリサイクル）とする。
- ・ L型突堤～1号堤の汀線回復のため、1号堤上手側への養浜を実施する。

第4回での対応

養浜盛土形状を提案するとともに、養浜材確保について検証。

(3) L型突堤の配置に関する検討

6

■検討方針

<検討範囲>



【短期対策】 1号、2号消波堤をL型突堤に置き換える。

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

現消波堤位置への設置(2基)及び1号堤～2号堤中間への設置(1基)という2つの選択肢から、防護と景観のバランスのとれた案を選定する。

<検討手順>

長期変動の検証

20年間の長期汀線予測により、砂浜の将来形、安全度等を確認する。

悪条件時の検証

土砂供給条件が悪化した場合や、高波浪時の一時的な汀線変化など、長期変動予測に表れないリスクを評価する。

地形変化実績の確認

過去の測量結果や実際の被災状況などから、予想されるリスクを検証する。

評価

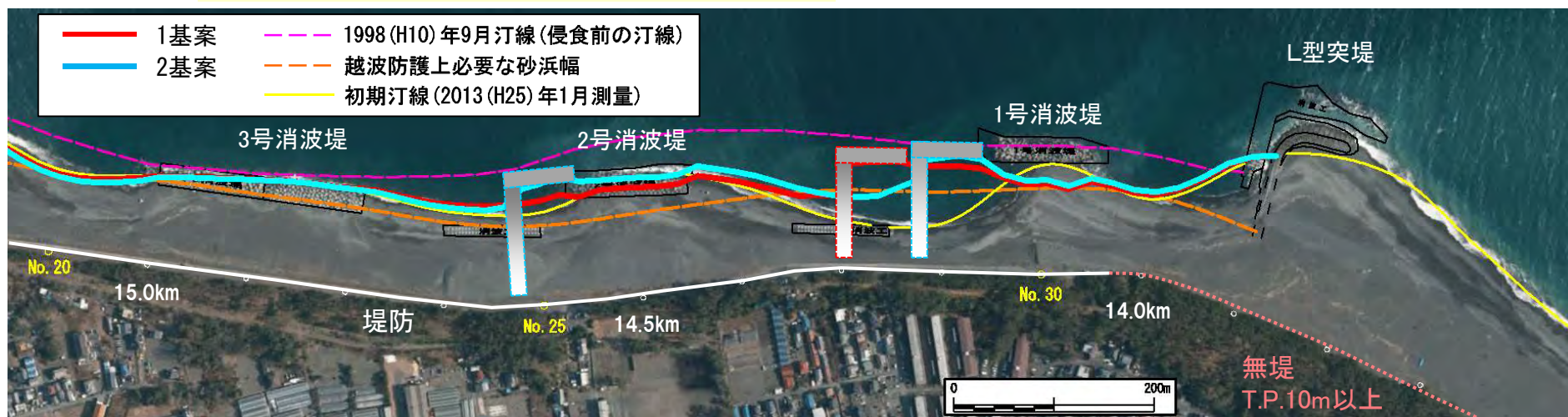
(3) L型突堤の配置に関する検討

7

■長期変動の検証【予測汀線】

5年後

- ・ 汀線形状に大きな差は生じない。
- ・ 2基案のほうが、より侵食前汀線に近づく。



20年後

- ・ 汀線形状に大きな差は生じない。
- ・ 2基案のほうが、より侵食前汀線に近づくが1基案との差は小さい。



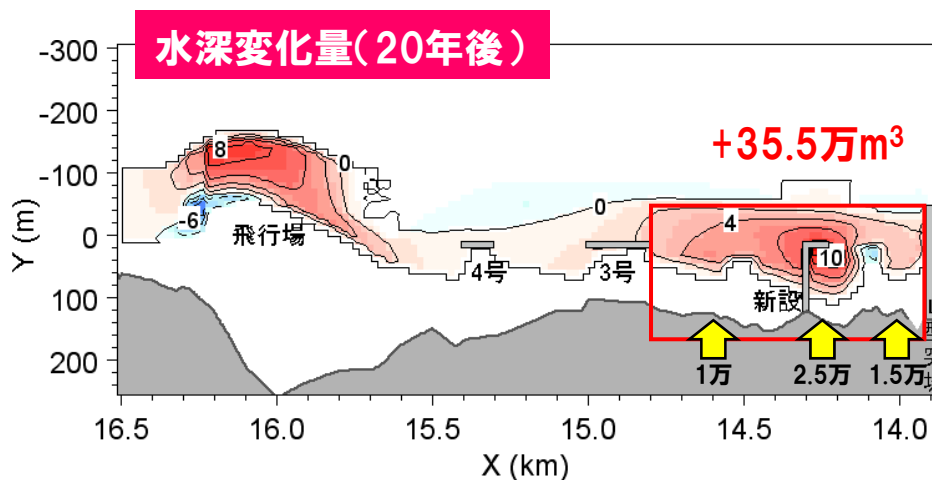
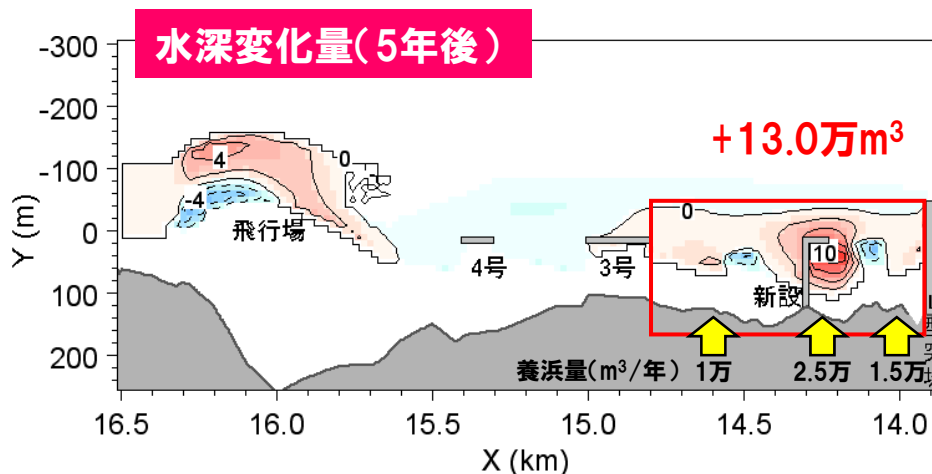
(3) L型突堤の配置に関する検討

8

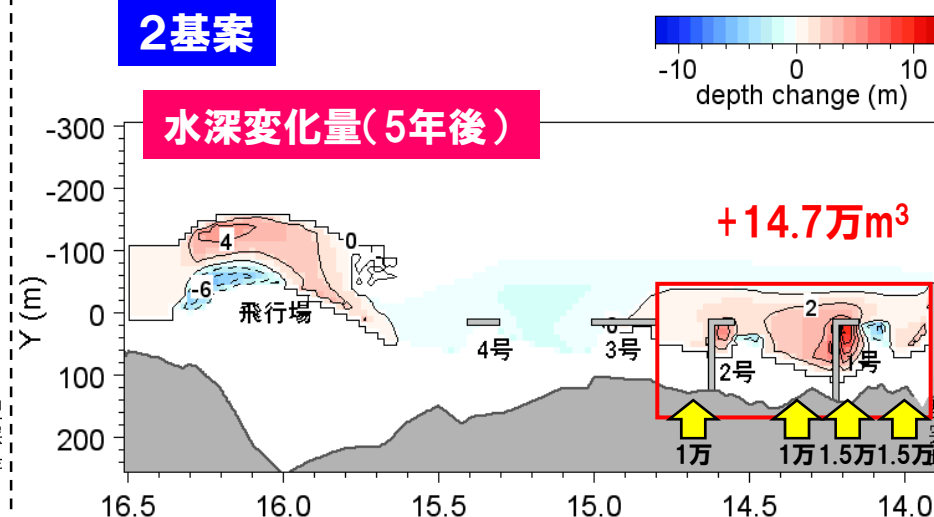
■長期変動の検証【土砂量変化】

- ・ 2基案のほうが赤枠内（既設L型突堤～3号消波堤上手）の堆積量がわずかに多い。
- ・ 両案の差は小さく、時間の経過にしたがってその差はより小さくなる。

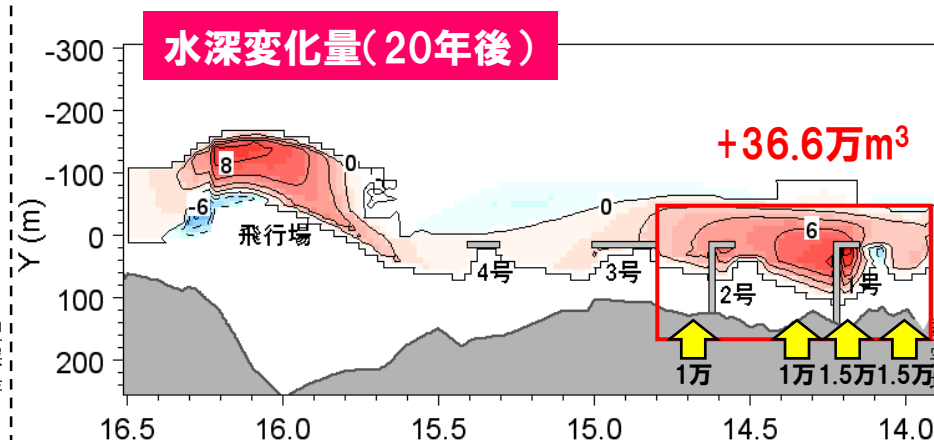
1基案



2基案



2基案の方が1.7万 m^3 堆積量が多い



2基案の方が1.1万 m^3 堆積量が多い

(3) L型突堤の配置に関する検討

9

■悪条件時の検証(高波浪時)

目的

これまで検討に用いた年数回来襲波(5%確率波)を上回る異常波浪を短期間作用させ、影響を確認する

【現況】

2013年再現地形

長期変動シミュレーション
(これまでと同様)
(5年間)

【5年後】
予測地形

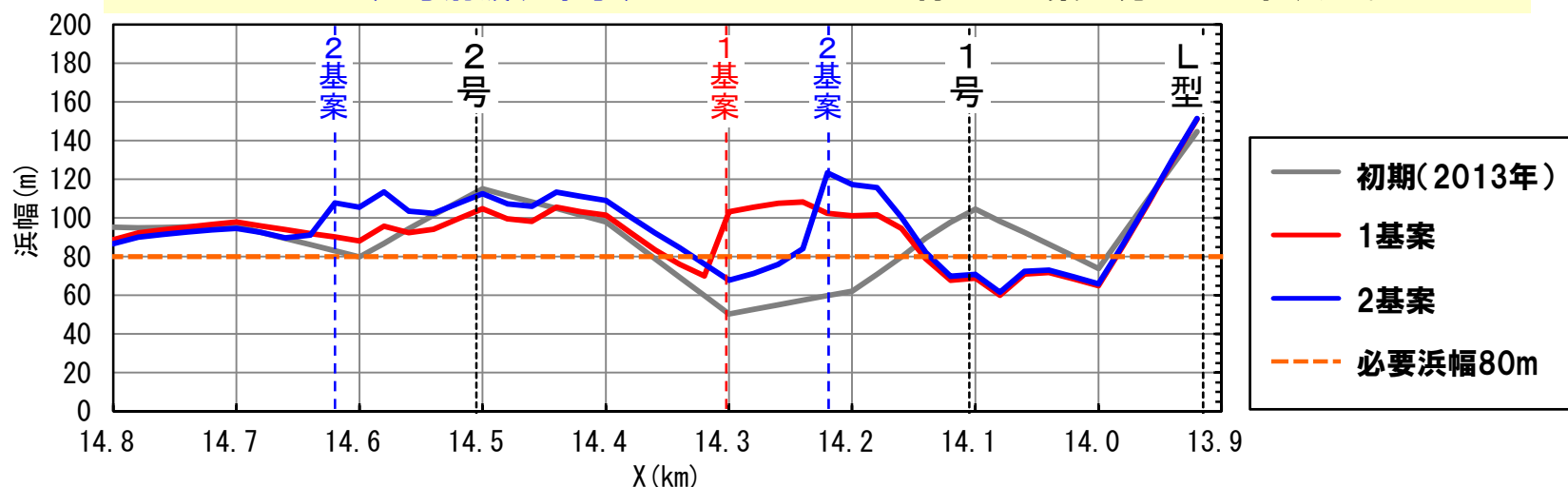
短期変動(高波浪)
シミュレーション
(39時間)

【高波浪後】
予測地形

より危険な地形の条件で高波浪が作用した場合を検証するため、通常シミュレーションの5年後の予測地形を初期とした

【予測浜幅】

- 13.9-14.1k (1号消波堤上手) 両案ともほぼ同じで、必要浜幅を割り込む。
- 14.1-14.6k (1号消波堤下手) 14.2-14.3kmを除き2基案の方が10m程広い。



※上記の他、「予測地形」や「汀線変化量」等についても検証を実施

(3) L型突堤の配置に関する検討

10

■悪条件時の検証(流入土砂量減少時)

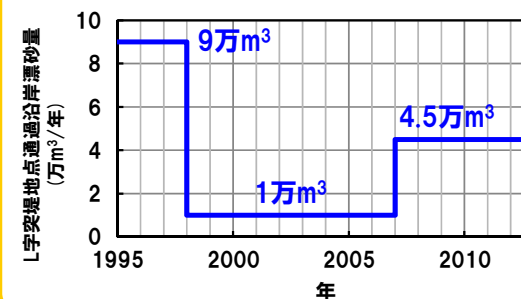
目的

L型突堤から消波堤区間に供給される土砂量が、2007年以前のレベルに戻った場合の影響を確認する。



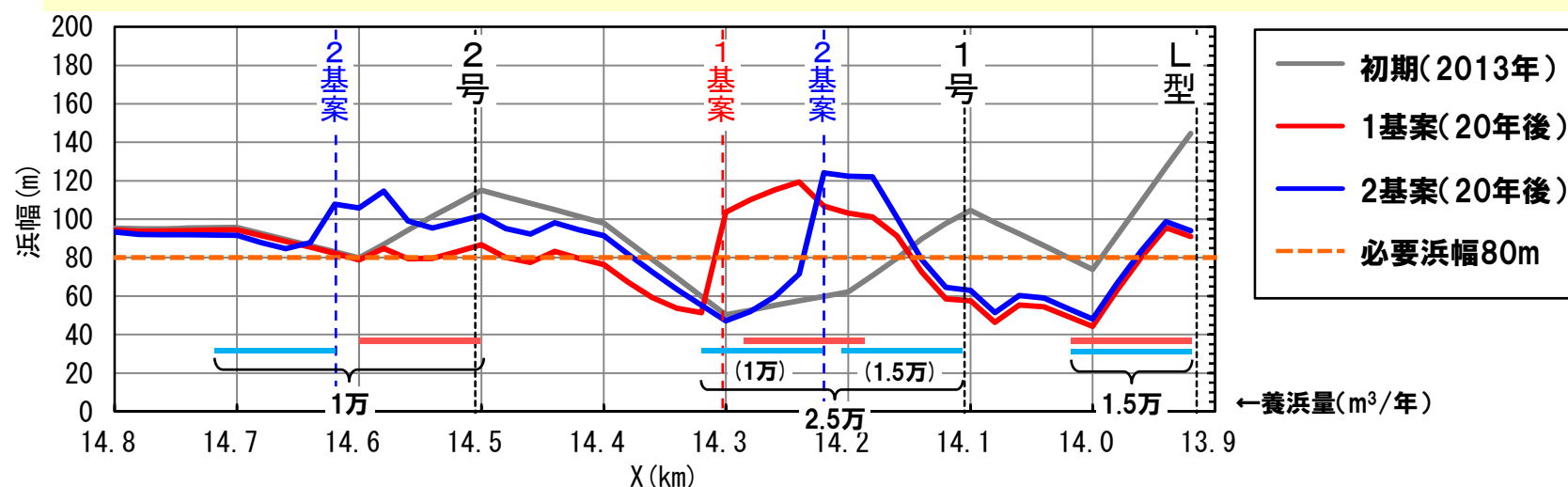
長期変動シミュレーションの土砂流入量を**4.5万m³/年**から**1.0万m³/年**に変更(他の条件は変更なし)

L型突堤下手への土砂流入量



【予測浜幅】

- 13.9-14.1k (1号消波堤上手) 両案とも必要浜幅を割り込む。
- 14.1-14.6k (1号消波堤下手) 両案とも新設突堤下手で必要浜幅を大きく割り込む。
14.2-14.3kmを除き2基案の方が約15m浜幅が広い。



※上記の他、「予測地形」や「汀線変化量」等についても検証を実施

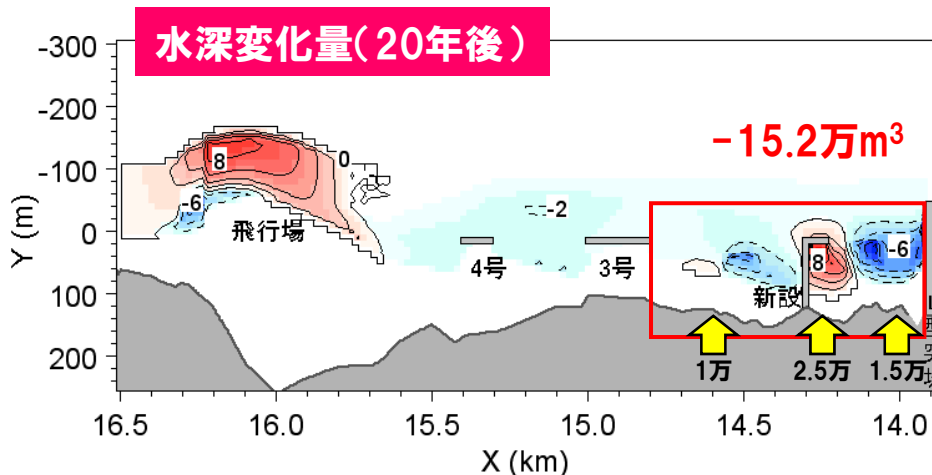
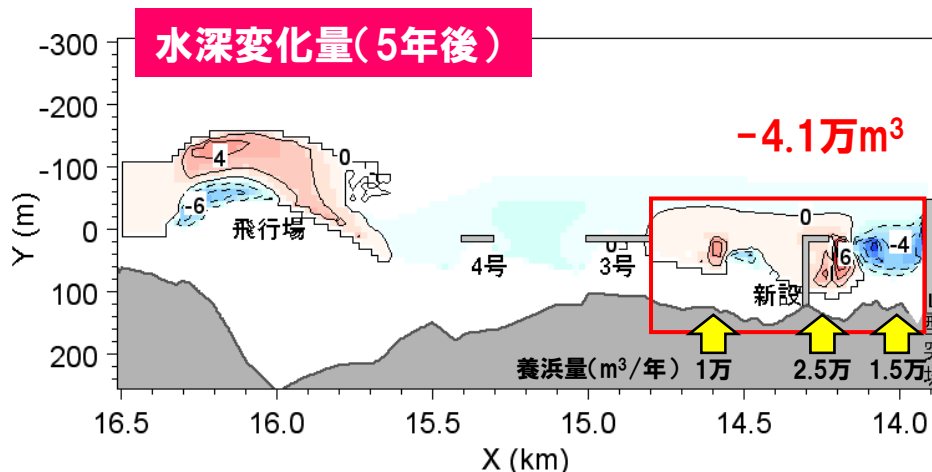
(3) L型突堤の配置に関する検討

11

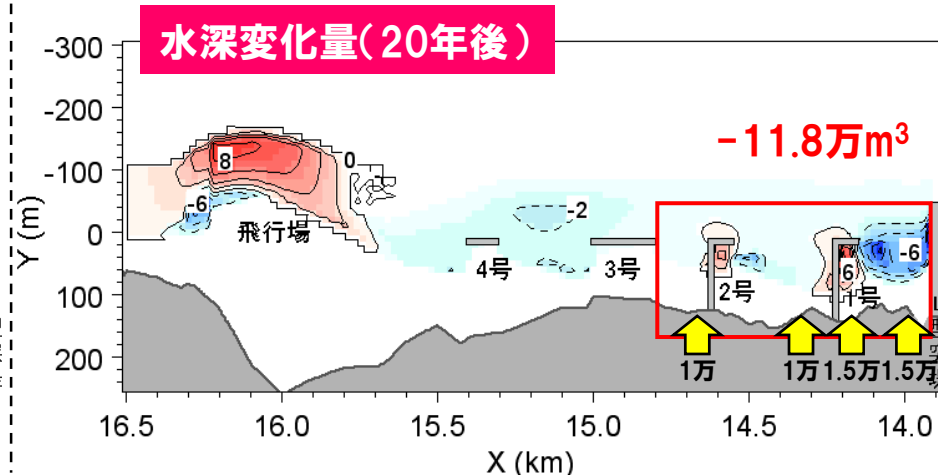
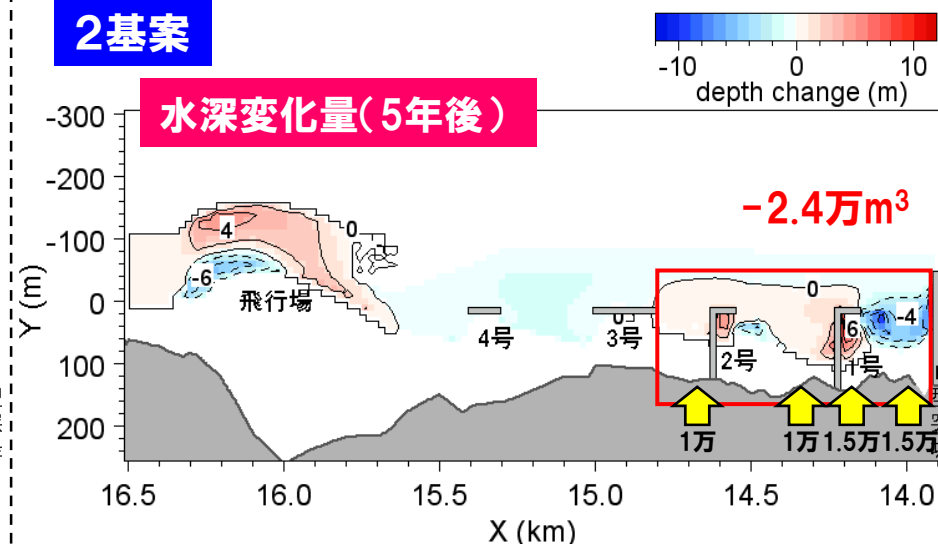
■悪条件時の検証(流入土砂量減少時)【土砂量変化】

- 赤枠内(既設L型突堤～3号消波堤上手)は2基案のほうが減少量が少ない。

1 基案



2 基案



どちらの案でも、流入土砂量が減少すると深刻な状況に陥る。



サンドバイパス養浜を含めた、土砂供給の連続性を確保する取り組みが極めて重要。

■突堤配置(1基案、2基案)の比較

分類		項目	評価
長期変動		浜幅	・ わずかに2基案が優位 であるが、大差はなく必要浜幅80mは十分確保可能。
		汀線前進速度	・ 2基案は 、5年後の現1号消波堤～2号消波堤間で10m程度浜幅が広く、汀線の 前進速度がやや速い 。
		土砂量変化	・ 2基案のほう が、 わずかに堆積量が多い (漂砂制御効果が高い)。
		汀線形状	・ 両案に大きな差はない。
悪条件時	高波浪	浜幅	・ 既設突堤下手で両案とも必要浜幅80mを割り込む。 ・ 現1号消波堤～2号消波堤間は 2基案のほう が 10m程度広い 。
		汀線変化量	・ 現1号消波堤～2号消波堤間の後退量は 2基案のほう が 15m程度小さい 。
	土砂量減少	浜幅	・ 既設突堤下手で両案とも必要浜幅80mを大きく割り込む ・ 現1号消波堤～2号消波堤間は 2基案のほう が 15m程度広い 。
		汀線変化量	・ 2基案のほう が、 後退量が小さく 、1号消波堤～2号消波堤間では 15m程度の差が生じる 。
		土砂量変化	・ 2基案のほう が、 減少量が少ない (漂砂制御効果が高い)

■その他配慮すべき事項

地形変化実績	・ 現1号消波堤～2号消波堤間は70m以上汀線が後退するなど激しい侵食傾向を示している。 ・ 同区間は前後区間に比べて汀線変動が大きく、平成25年には一時的に浜幅が40mを割り、堤防の基礎矢板が露出した。
温暖化	・ 海面上昇による侵食の進行など、より危険側な状況に転じる恐れがある。
地元意見	・ 区間の背後には人家があることから、防護の観点で確実性が高い工法を望む。

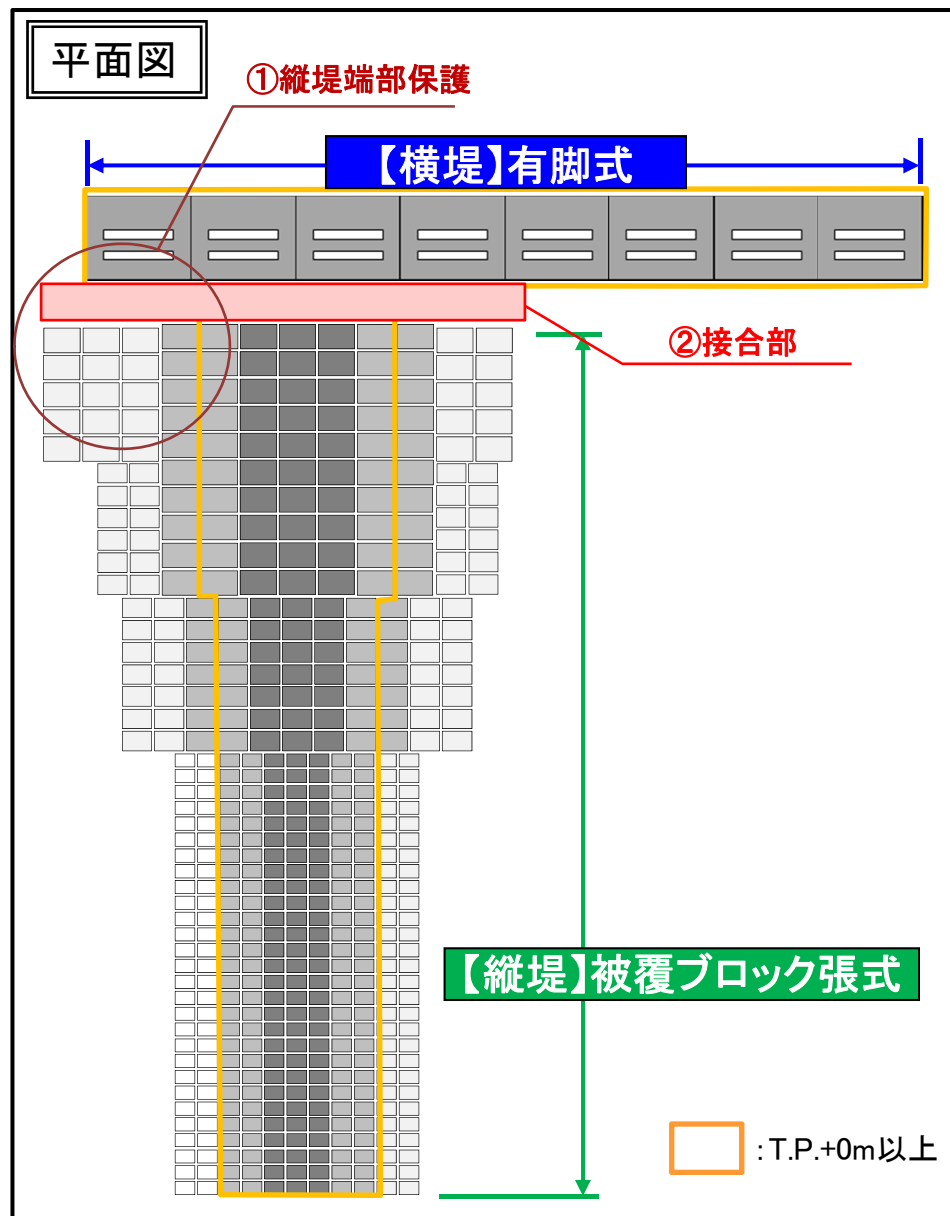
評価

- 両案とも将来的な砂浜の姿は大きく変わらず、汀線の前進、高さが低い構造物への転換等により、防護・景観の両面を大きく改善することができる。
- しかし、現在も安全度が低い現1号消波堤～2号消波堤間については、悪条件下での予測結果や現況からの改変が大きいことに伴う不確実性を考慮すると、**2基案のほうが危険状態に陥る可能性が低い**。
- 松林の保全上重要である無堤区間の防護性能においても、**2基案がわずかに上回る**。
- 景観に関しては、**1基案のほうが良好であるがその差は小さい**。

結論

- 安全性及び確実性を重視し、1号、2号消波堤の下手にそれぞれ突堤(計2基)を設置する。
- 侵食傾向が著しい箇所への対応、景観改善効果の早期発現を考慮し、1号突堤(南側)から着手する。
- 2号突堤については、1号突堤設置後のモニタリングの結果により、設置位置を下手側に移すことや設置しないことも検討する。

L型突堤の構造案



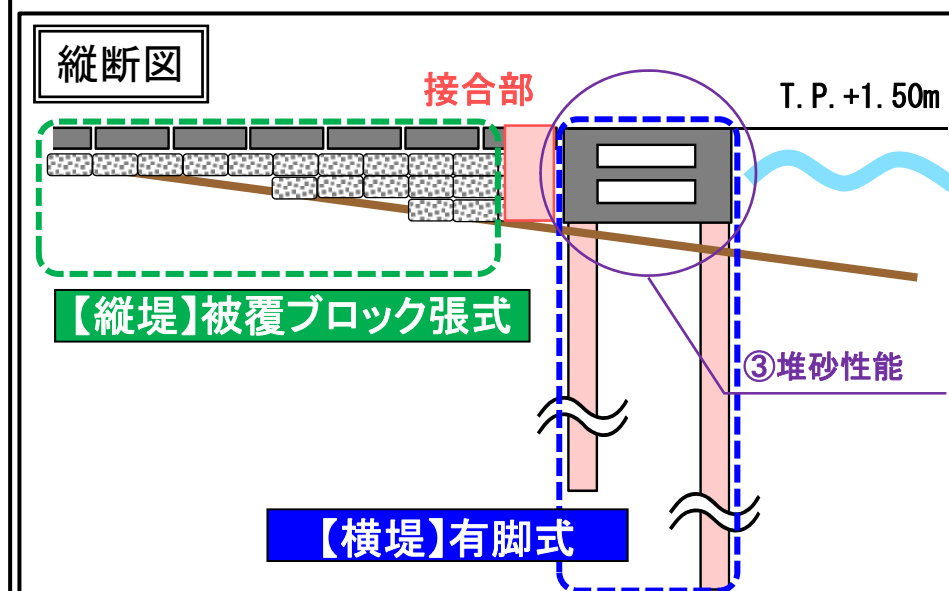
- ① 縦堤の端部を保護するため、必要な範囲で横堤を下手側に張り出させる。
- ② 縦堤と横堤の接合の方法については、詳細な検討が必要。
- ③ 堆砂を目的とする有脚式の設置事例はなく、透過型とした場合の堆砂性能を検証する必要がある。

【透過率を高くする】

波圧・洗掘量が抑えられ施設の安全性は高まるが、堆砂性能が落ちる

【透過率を低くする】

堆砂性能が上がるが、波圧・洗掘量も大きくなり施設の安全性は下がる



■模型実験による横堤構造の検討

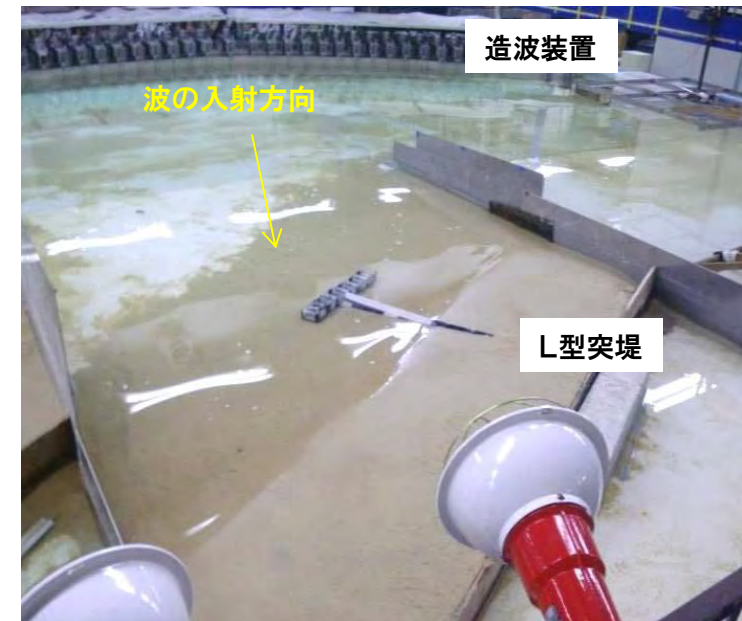
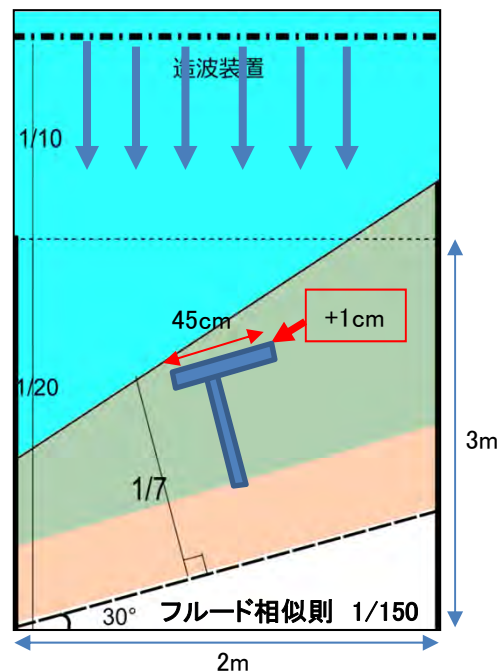
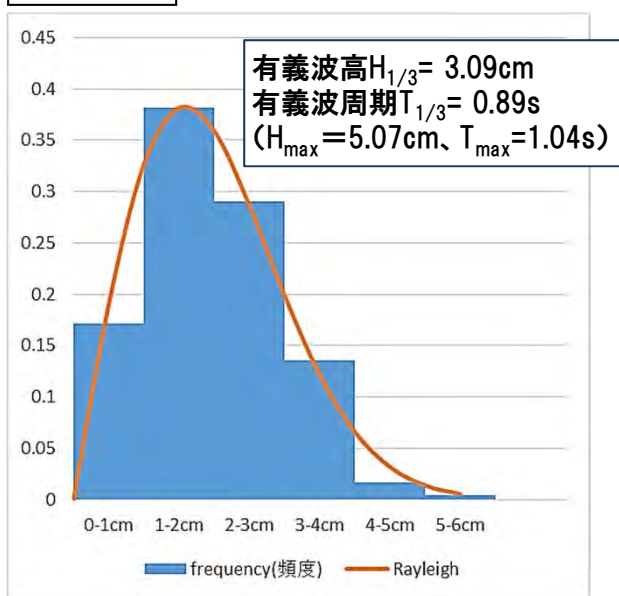
有脚式は波浪制御を目的に開発されており、堆砂効果を目的とした設置事例がないため、その漂砂制御機能やその他問題点について確認が必要である

有脚式の函体部を不透過型、透過型とした場合の模型実験を実施

模型実験の概要（東京大学海岸沿岸研究室）

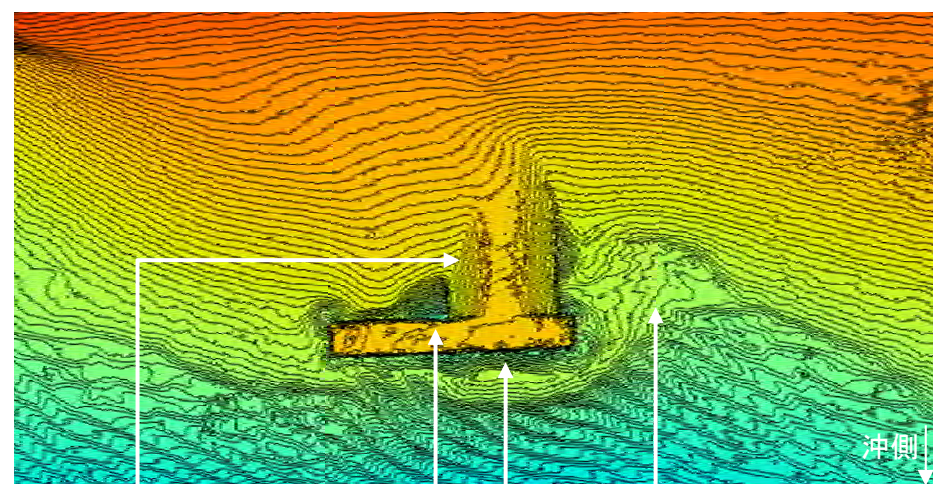
- ・ 縮尺: 1/150
- ・ 実験時間: 50分間(約12時間相当)
- ・ 波浪条件: 不規則波(波高計により測定)
- ・ 粒径0.27mmの珪砂、養浜等の土砂流入は見込んでいない

波浪条件



(4) L型突堤の構造に関する検討

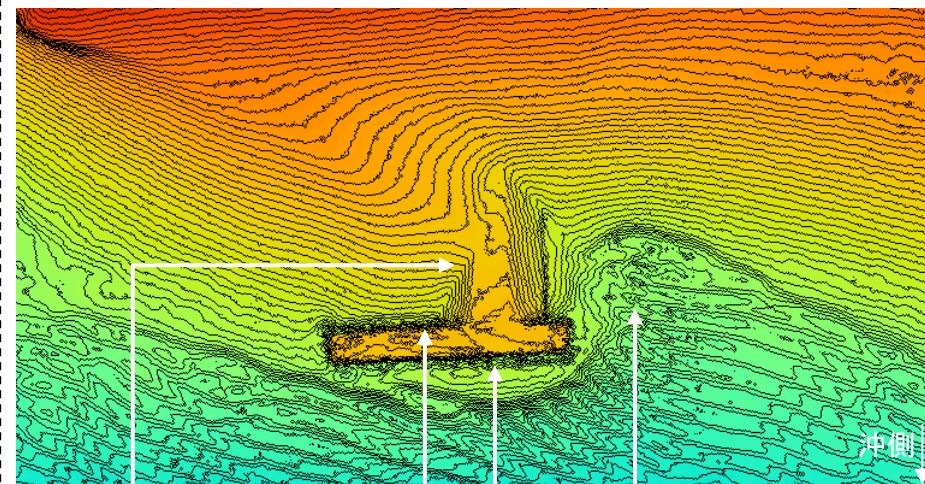
16



視認性大

洗掘大

やや侵食



視認性小

洗掘小

侵食

【結果まとめ】 (※土砂流入を見込んでおらず、実験結果は高波浪来襲直後の一時的に土砂が失われた状況に近い)

	後背部の堆砂		汀線の連続性		景観		前面洗掘		評価	
不透過	△	洗掘により、構造物付近が窪む	○		△	突堤上手の堆砂が劣る	×	大きい	△	
透過	○		△	不透過よりやや不連続	○		○		○	堆砂性能でも優れる

■L型突堤の構造のまとめ

- **横堤は、安定性に優れ、一定の堆砂性能が期待できる「有脚式(透過構造)」を採用する。**
- **縦堤は、砂浜との一体感や地形変化への追従性に優れる既設突堤と同構造「被覆ブロック式(不透過構造)」を基本とする。**

■今後の検討課題

有脚式は様々なタイプがあり、どのタイプを選定するか決定後でなければ検討できない項目が多い。

(1) 横堤構造の詳細検討

- 漂砂制御を目的とする突堤への適用事例はないことから、様々な観点から現地への適合性を改めて確認する必要がある。

(2) 縦堤と横堤の接合処理

- 有脚式と被覆ブロック式を組み合わせた突堤の前例はなく、施設の安定性や堆砂性能などの観点から接合の処理方法を決定する必要がある。

(3) 突堤全体のデザイン検討

- 施設の安定性や堆砂性能を落とさない範囲において、「視認性を下げる」「周辺との一体感を向上させる」工夫を検討する。

■養浜盛土形状の検討

養浜は、モニタリング結果に応じて、投入位置や投入量の調整を随時おこなう。

○工法検討の際の養浜計画

- 既設L型突堤～1号消波堤 ⇒ 1.5万 m^3 /年
- 1号消波堤～2号消波堤 ⇒ 2.5万 m^3 /年
- 2号消波堤～3号消波堤 ⇒ 1.0万 m^3 /年

羽衣の松前面の代表視点場から富士山を望む際に視認される「L型突堤～1号消波堤間 (1.5万 m^3)」の養浜盛土について、景観上の課題・効果を検証

1 基案

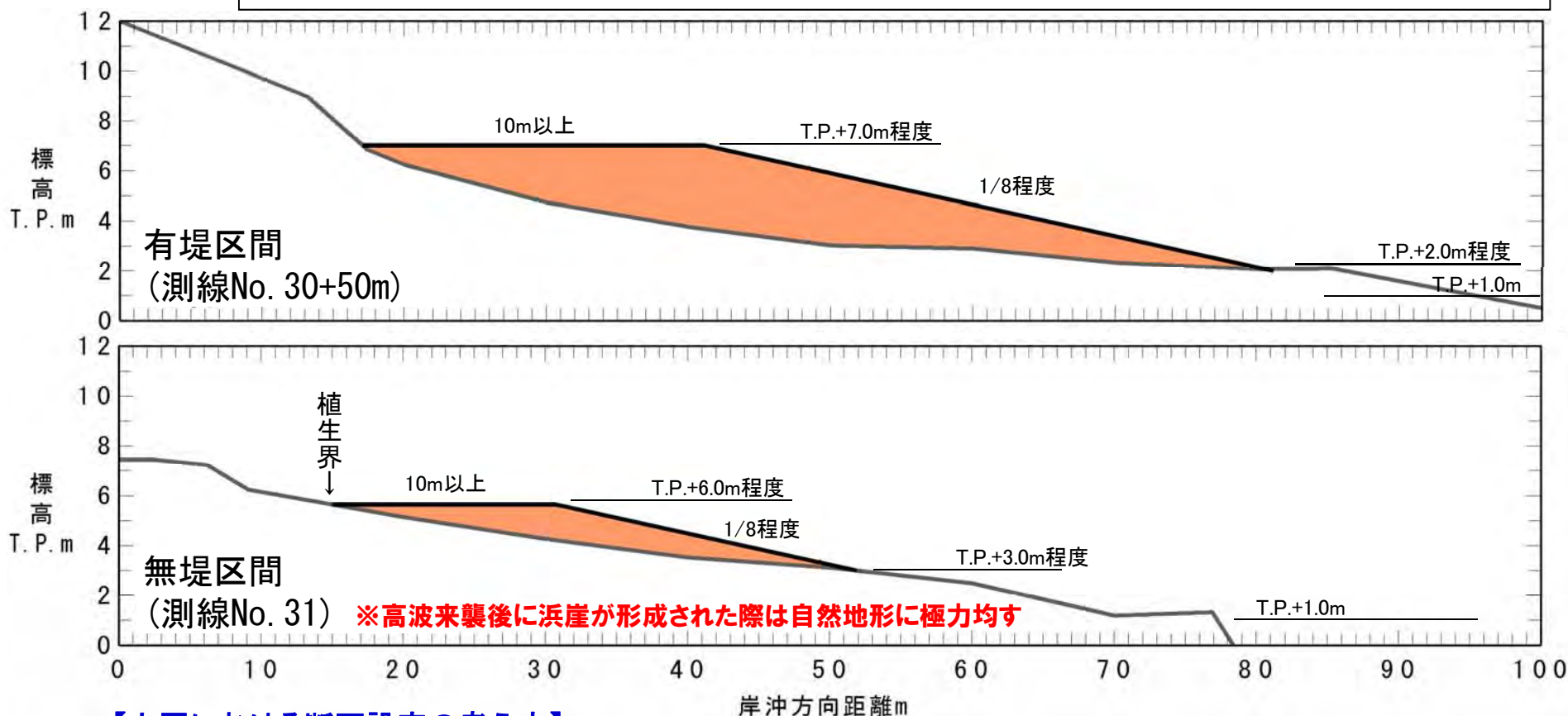


2 基案



横断形状

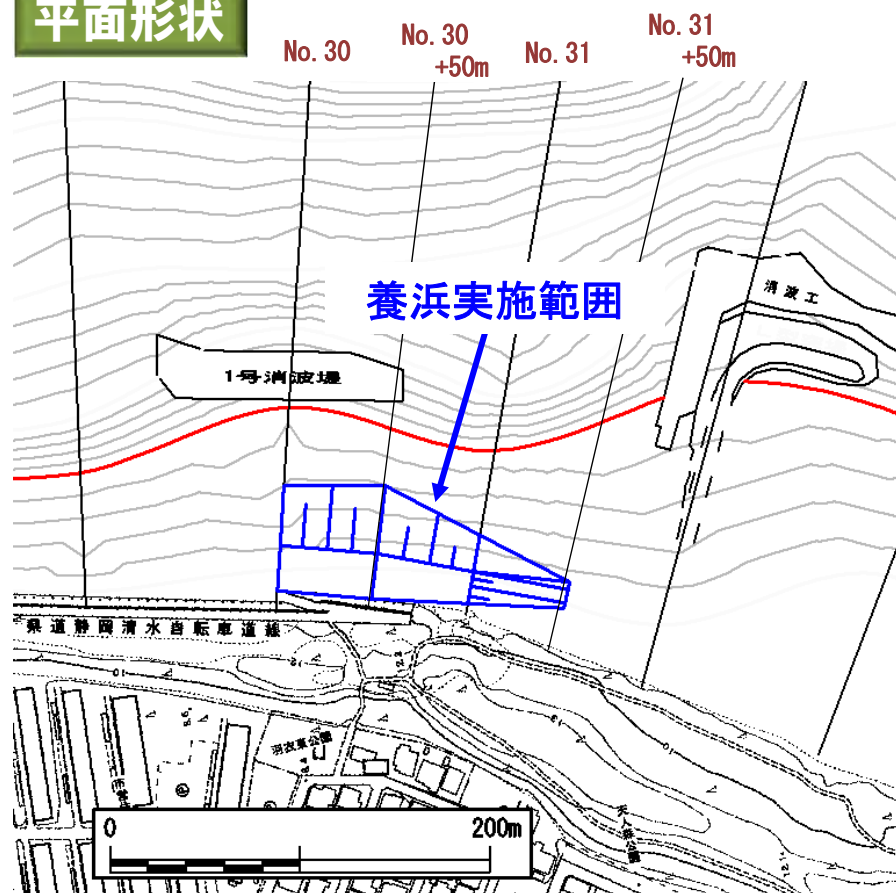
「景観への配慮」と「規定の養浜量確保」に配慮し、所要量を投入可能な以下の断面形状を**仮定**し景観面への影響を評価。



【上図における断面設定の考え方】

- 法先位置 ⇒ T.P.+2.0m以上 … 養浜直後に養浜材が流出しない高さ(朔望平均満潮位以上)
- 天端高 ⇒ 堤防前T.P.+7m以下 … 法尻(T.P.+2m)と堤防天端(T.P.+12m)の間
無堤部T.P.+6m以下 … 松原前面の海浜植生の生育範囲に影響を与えない高さ
- 法勾配 ⇒ 1/8以下 … 現況海浜勾配(1/15)の1/2程度
- 天端幅 ⇒ 約10m以上 … 20tダンプがすれ違い可能な幅員

平面形状



- ・ 盛土開始位置は、現L型突堤基部より北側とし、概ね50m程度を擦り付け区間とした。
- ・ 縦断擦りつけ勾配は、現況海浜勾配(1/15)より緩く設定した。

養浜量 No.31+50m～No.30+75m $\Rightarrow 28\text{m}^2 \times 50\text{m} \times 0.5 + 28\text{m}^2 \times 25\text{m} = 1,400\text{m}^3$
No.30+75m～No.30 $\Rightarrow 117\text{m}^2 \times 75\text{m} = 8,775\text{m}^3$ 合計10,175 m^3 /回

上図範囲での1回あたり養浜可能量は約1万 m^3 であるが、盛土流出後の補充等で50%程度の割り増しを想定し、1.5万 m^3 /年の養浜が可能と判断。

■養浜方法のまとめ

- ・ 消波堤区間への養浜量は5万m³を確保する。
- ・ 養浜の実施にあたっては、高さや勾配を抑えて景観への影響を軽減するとともに、人工構造物の視認性を低下させるよう工夫する。
 - 高さを抑えることや勾配を緩くすることで、視覚的な影響を軽減することが可能。
 - 海岸堤防や消波堤を隠す効果も期待できる。

■今後の検討課題

(1) 盛土形状の最適化

- ・ 今回の案を基本に試験的な施工を実施し、その結果から盛土形状の最適化を図る。
- ・ 養浜箇所及び配分等を含め、盛土方法はモニタリング結果を踏まえ随時見直す(砂浜の回復状況に応じた投入断面の見直しが必要)。

(2) 安定的な養浜材確保

- ・ 近年の土砂採取後の地形変化やシミュレーション結果からは、三保半島先端部において年5万m³の養浜材を安定的に確保することが可能であると想定している。
- ・ モニタリングにより、5万m³の採取にあたって問題が発生しないか確認する。
- ・ 何らかの要因により確保が困難となった場合等に備えて、より幅広く養浜材採取先(海中など)を検討しておく必要がある。

■景観改善対策の基本方針

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、景観上配慮した最小限の施設により、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。

3

モニタリングにより海浜変形等を常に把握し、順応的に対策を見直す。

4

目指す海岸の姿を実現するため、関係者・関係機関との連携を進める。

5

世界文化遺産と名勝及びその周辺部と一体的として捉え、三保松原の文化的な価値の維持・向上に努める。

L型突堤の配置

- 安全性及び確実性を重視し、1号、2号消波堤の北側にそれぞれ1基ずつ設置する。
- 侵食傾向が著しい箇所への対応、景観改善効果の早期発現を考慮し、既設1号消波堤側(南側)から着手する。
- 既設2号消波堤側については、既設1号消波堤側の設置後のモニタリングの結果により、設置位置を下手側に移すことや設置しないことも検討する。
- 縦堤の先端位置は侵食前(1998年頃)の汀線付近とする。

L型突堤の構造

- 横堤は、安定性に優れ、一定の堆砂性能が期待できる「有脚式(透過構造)」を採用する。
- 縦堤は、砂浜との一体感や地形変化への追従性に優れる既設突堤と同構造である「被覆ブロック式(不透過型)」を採用することを基本とする。
- 天端高や横堤長は既設突堤と同程度とする。

養浜方法

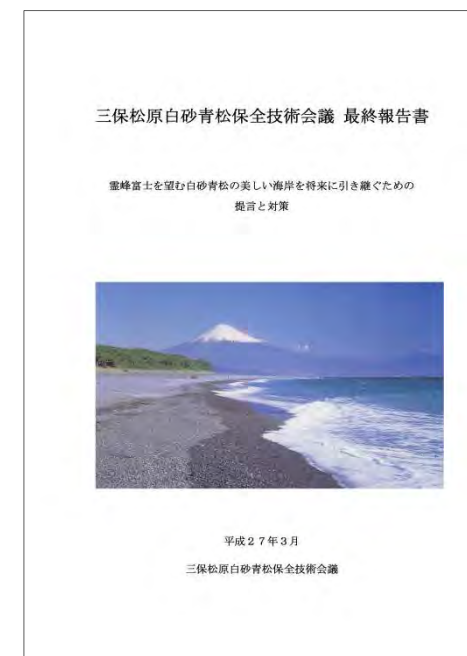
- 短期対策を行う区間への養浜は年5万m³を基本する。
- 養浜の実施にあたっては、高さや勾配を抑えて景観への影響を軽減するとともに、人工構造物の視認性を低下させるよう工夫する。

共 通

- 全ての対策は、モニタリング結果を踏まえて順応的に見直す。

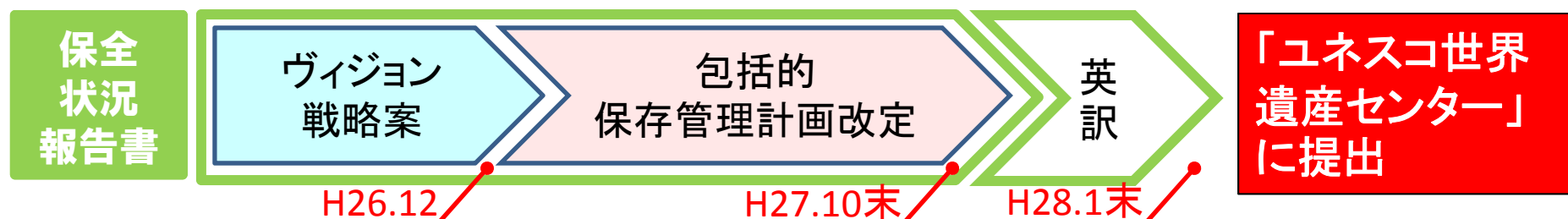
■最終報告書の知事への手交

「三保松原白砂青松保全技術会議」における検討結果をとりまとめた「最終報告書」が、今年3月24日に近藤座長から知事に手交された。



■保全状況報告書への記載

「第5回富士山世界文化遺産協議会」(平成26年12月24日開催)において、全体構想にあたる「**世界文化遺産富士山ヴィジョン**」及び「**各種戦略**」が採択された。今後、ヴィジョンを反映して改定される「**富士山包括的保存管理計画**」と併せて、「**保全状況報告書**」として提出される。



■今後の検討体制

「三保松原景観改善技術フォローアップ会議」の設置

今後実施を予定している、「設計」、「施工」、「モニタリング」等の各種フォローアップに対応するため、「三保松原白砂青松保全技術会議」の後継組織として、「**三保松原景観改善技術フォローアップ会議**」を設置する。

フォローアップ会議の主な役割

○突堤設計に係る詳細検討

- ・設計や施工段階において、必要な技術的検討や助言をおこなう。

○突堤設置区間におけるモニタリング結果の検証

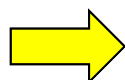
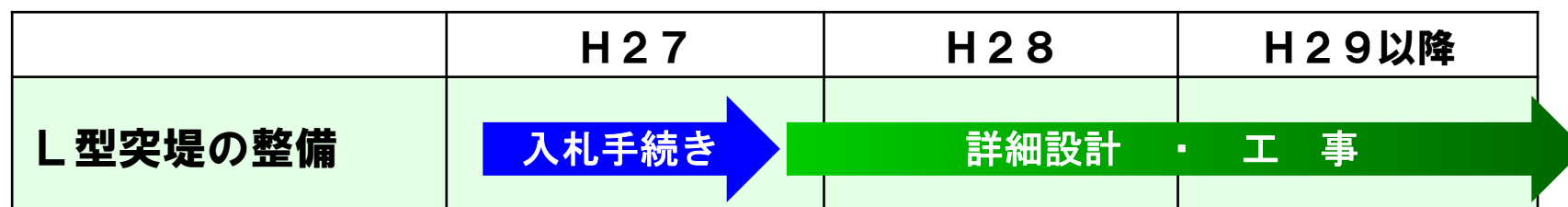
- ・突堤建設区間周辺の詳細モニタリング計画を立案する。
- ・モニタリング結果を評価し、清水海岸侵食対策検討委員会に報告する。
- ・モニタリング結果を踏まえ、養浜計画見直しや、その他必要な対策を提案する。

フォローアップ会議の構成

- ・保全技術会議の学識経験者を中心とし、規模を縮小して再構成する。
- ・フォローアップ会議の中に、技術的課題の解決に向けた詳細な検討をおこなう「技術検討ワーキング部会」を設置する。

■L型突堤工事の発注方式とスケジュール

- 有脚式を含むL型突堤は、工法の特殊性などを考慮して「**設計・施工一括発注方式**」による発注を予定。
- 同方式では、工事契約後に施工業者が設計をおこなうため、詳細設計において「**技術会議の理念**」が反映されるとともに、「**技術的な裏付け**」を確認することができる。
- 同方式では、入札手続き上、**詳細設計及び工事はH27年度末に着手予定**。



景観への配慮事項等については、詳細設計時に施工業者を交えて検討を行い、突堤の構造・デザインに反映させる。

設計・施工一括発注方式とは

構造物の構造形式や主要諸元も含めた**設計を施工と一括で発注すること**により、民間企業の**優れた技術を活用**し、設計・施工の品質確保、合理的な設計、効率性を目指す発注方式である。

2. 平成26年度の事業実施状況と 平成27年度の事業予定



駒越地先 サンドバイパス実施後（平成27年2月3日）

サントバイパス養浜9.3万 m^3 、サントリサイクル養浜3.3万 m^3 を実施



	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)
計画	■サントリサイクル養浜3万 m^3 /年	■サントバイパス養浜6万 m^3 /年	■サントバイパス養浜2万 m^3 /年 (サントボディ促進養浜)
実施	■サントリサイクル養浜3.3万 m^3 /年	■サントバイパス養浜7.4万 m^3 /年	■サントバイパス養浜1.9万 m^3 /年 (サントボディ促進養浜)

ヘッドランド区間の上手側※と下手等の砂浜些少部にサンドバイパス養浜を実施

※沿岸漂砂の上手側への養浜投入により、波による下手側への砂の供給を目的に実施

3号ヘッドランド下手（折戸地先）

サンドバイパス実施前



サンドバイパス実施後



サントバイパス養浜8万 m^3 、サントリサイクル養浜4万 m^3 、L型突堤1号堤の整備を開始



養浜量はそれぞれ年間当り

	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	■サントリサイクル養浜4万 m^3 /年 (5万 m^3 /年実施に向けた検討)	■サントバイパス養浜6万 m^3 /年	■サントバイパス養浜2万 m^3 /年 (サントホディ促進養浜)
施設	■L型突堤1号堤の設計～		

3. 海岸保全上の課題への対応



折戸地先 サンドバイパス養浜の様子（2月3日）

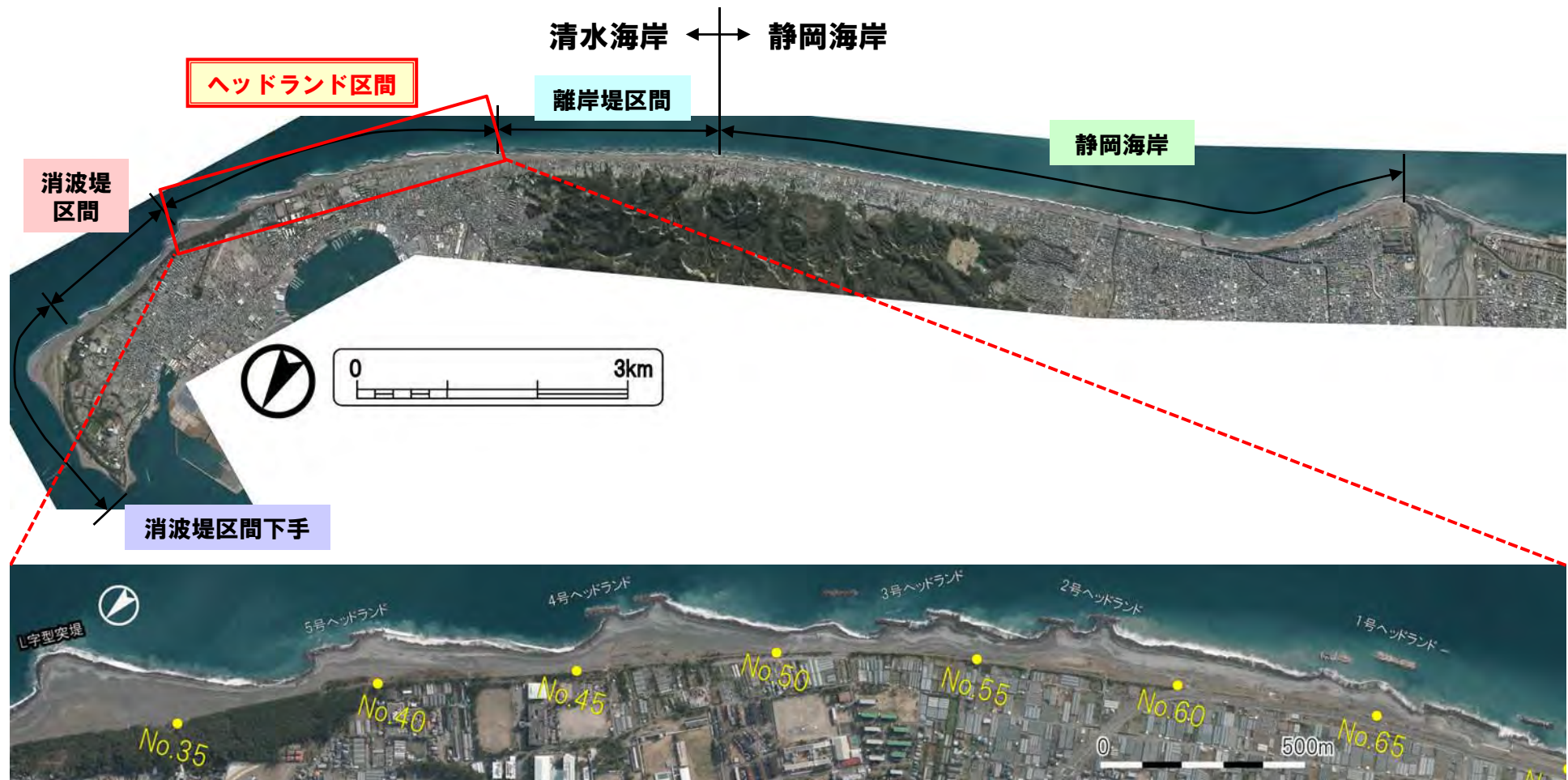
ヘッドランド区間の防護水準の確保

- ・ ヘッドランド区間では、安倍川からのサンドバイパス養浜により、砂浜幅の確保を図っているが、ヘッドランド下手などにおいて防護上の必要砂浜幅を割り込んでいる区間がある。

サンドリサイクル養浜の増量

- ・ 三保地区の景観改善は、上手からの4.5万 m^3 /年の土砂供給と、サンドリサイクル養浜5万 m^3 /年を続けることが前提であり、必要な養浜材の継続的な確保が必要である。

ヘッドランド区間の防護水準の確保



写真：2014(H26)年12月撮影

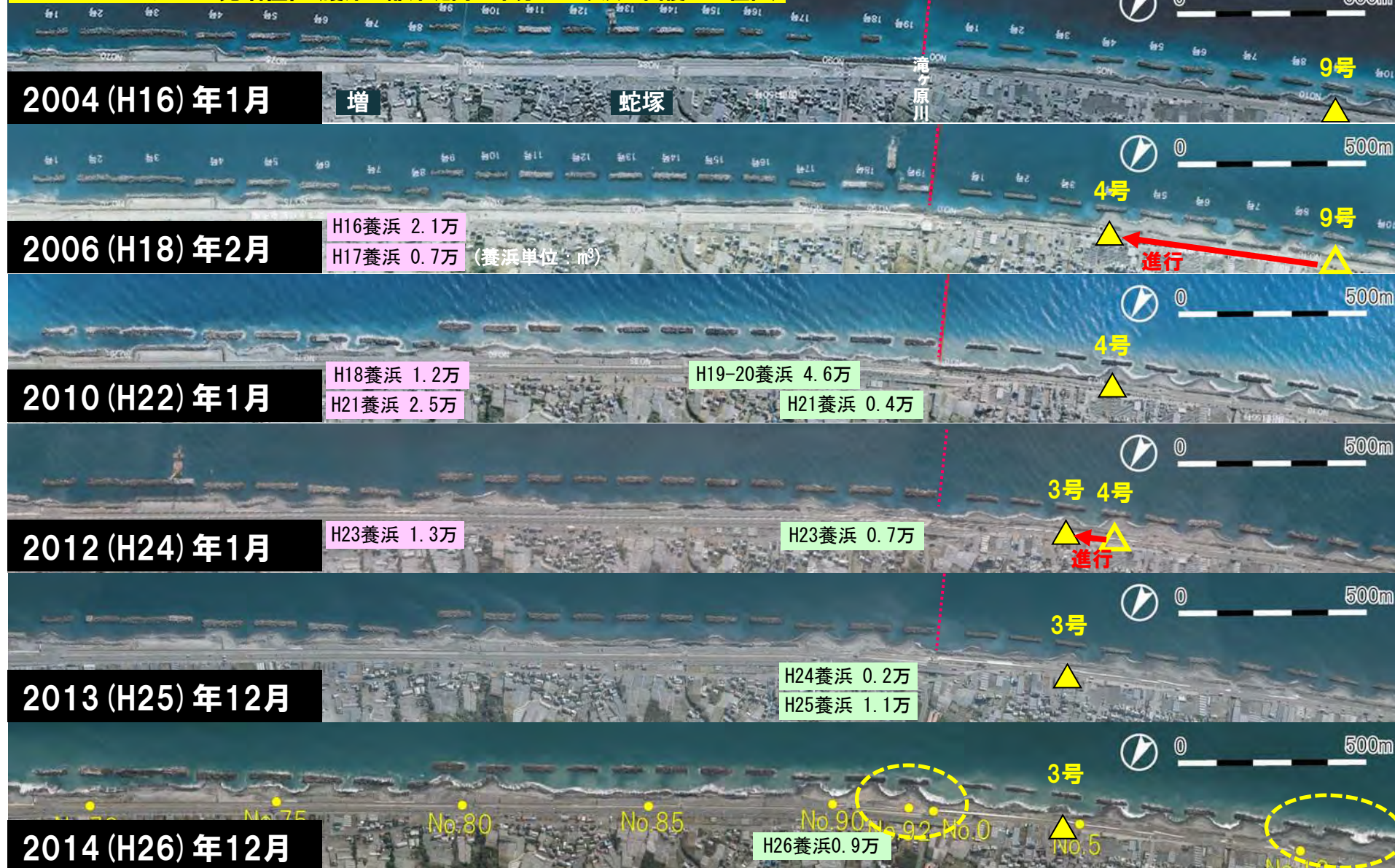
サンドボディの進行状況（離岸堤区間）

34

平成18年頃に大きく進行して以降、サンドボディ先端位置の進行は小さいが、静岡海岸離岸堤背後の満砂域が清水海岸に向かって進行している。また、養浜箇所周辺（No.92）の汀線前進が見られる。

△：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）

清水海岸 ← → 静岡海岸



サンドボディの進行状況（離岸堤区間）

35

離岸堤背後の満砂域が清水海岸に向かって進行しているものの、ヘッドランド区間への到達には期間を要する。



平成25年台風26号来襲により、自転車道への越波や浜崖の顕著な後退が生じた

■久能観測所の波高上位10波(2000(H12)年～2014(H26)年)

順位	気象要因	有義波高(m)	有義波周期(s)	波向	最大値観測時刻
1位	2011年台風15号	10.11	12.4	欠測	2011/ 9/21 15時30分
2位	2014年台風18号	9.31	15.1	S	2014/10/ 6 9時30分
3位	2013年台風26号	9.28	16.7	S	2013/10/16 7時
4位	2012年台風17号	8.40	13.7	S	2012/ 9/30 22時
5位	2002年台風21号	8.37	16.4	SSE	2002/10/ 1 20時
6位	2009年台風18号	8.13	13.7	S	2009/10/ 8 7時
7位	2013年台風18号	7.97	13.1	S	2013/ 9/16 9時
8位	2012年台風4号	7.67	13.5	S	2012/ 6/19 24時
9位	2005年台風11号	7.14	14.7	SSE	2005/ 8/25 20時
10位	2004年爆弾低気圧	6.53	10.3	S	2004/12/ 5 6時



H25台風26号
(10/16)来襲時、
来襲後の状況

4号ヘッドランド下手



2013(H25)年10月17日

1号ヘッドランド背後



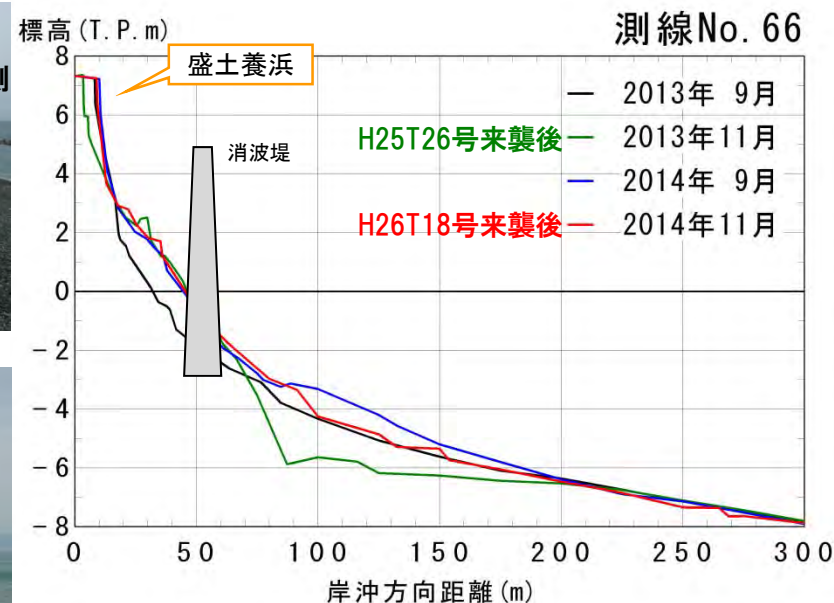
2013(H25)年10月16日9時



写真：2014(H26)年12月撮影

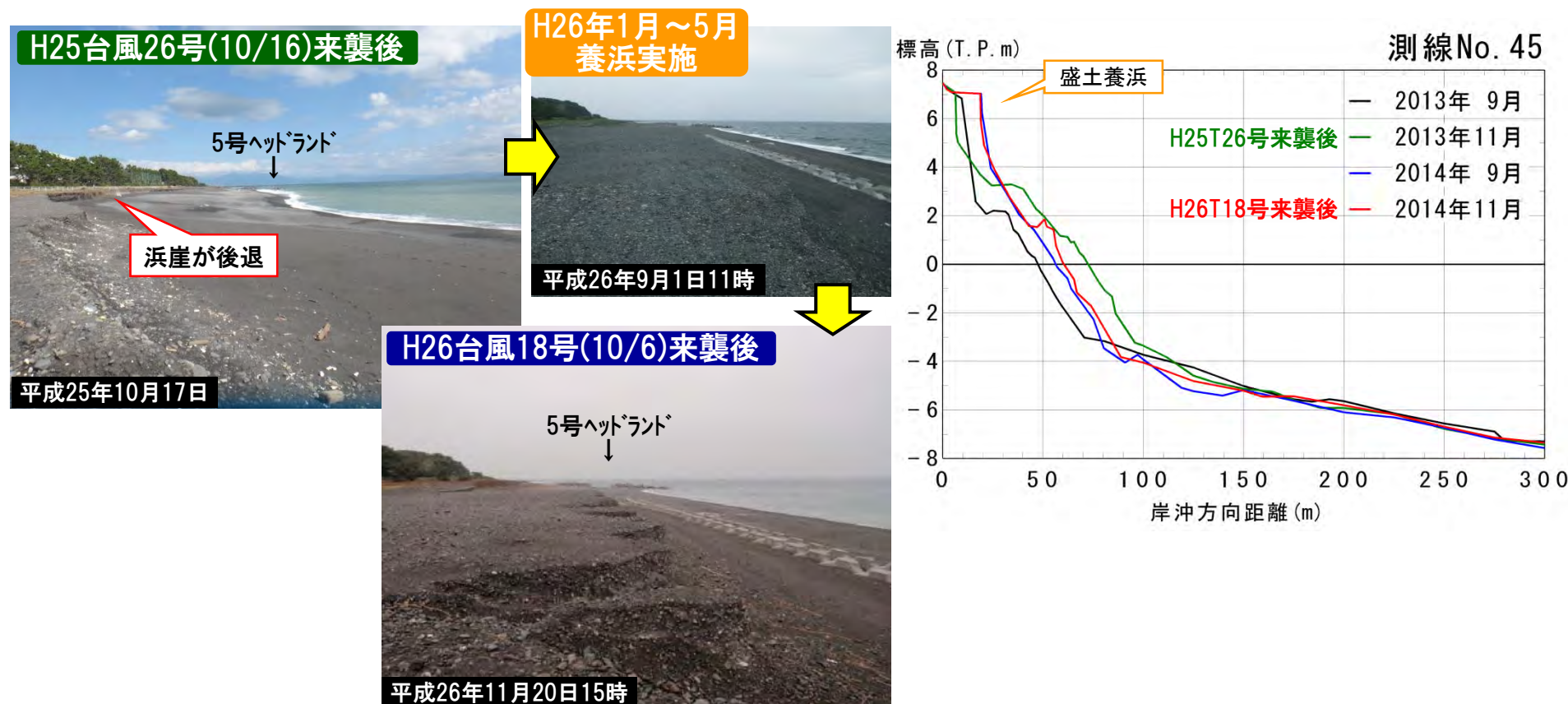
■1号ヘッドランド背後

平成25年台風26号来襲時に自転車道への越波が生じていたが、その後の養浜の実施等によって浜幅が回復し、平成26年台風18号来襲後も浜幅を維持



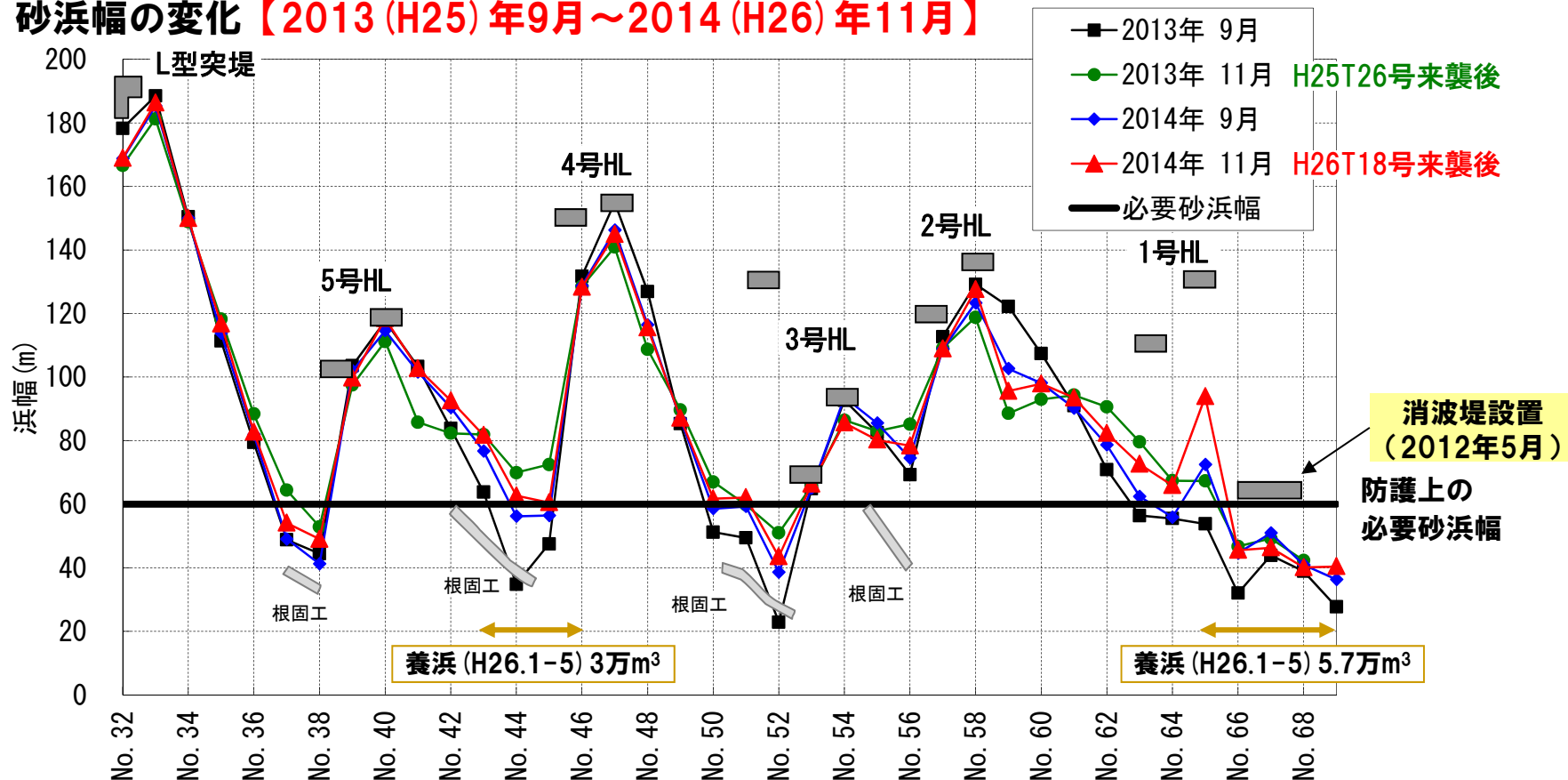
■4号ヘッドランド下手

平成25年台風26号来襲により浜崖の後退が生じ、越波しやすい状況であったが、養浜の実施により、平成26年台風18号来襲時の越波被害等は確認されなかった



- 各ヘッドランド下手は2013年11月～2014年9月にかけて汀線が後退、2014年11月までにやや汀線が前進したが、回復には至っていない
- 1号ヘッドランド上手、3号、5号ヘッドランド下手は汀線は安定しているが、必要砂浜幅60mを割り込んでいる

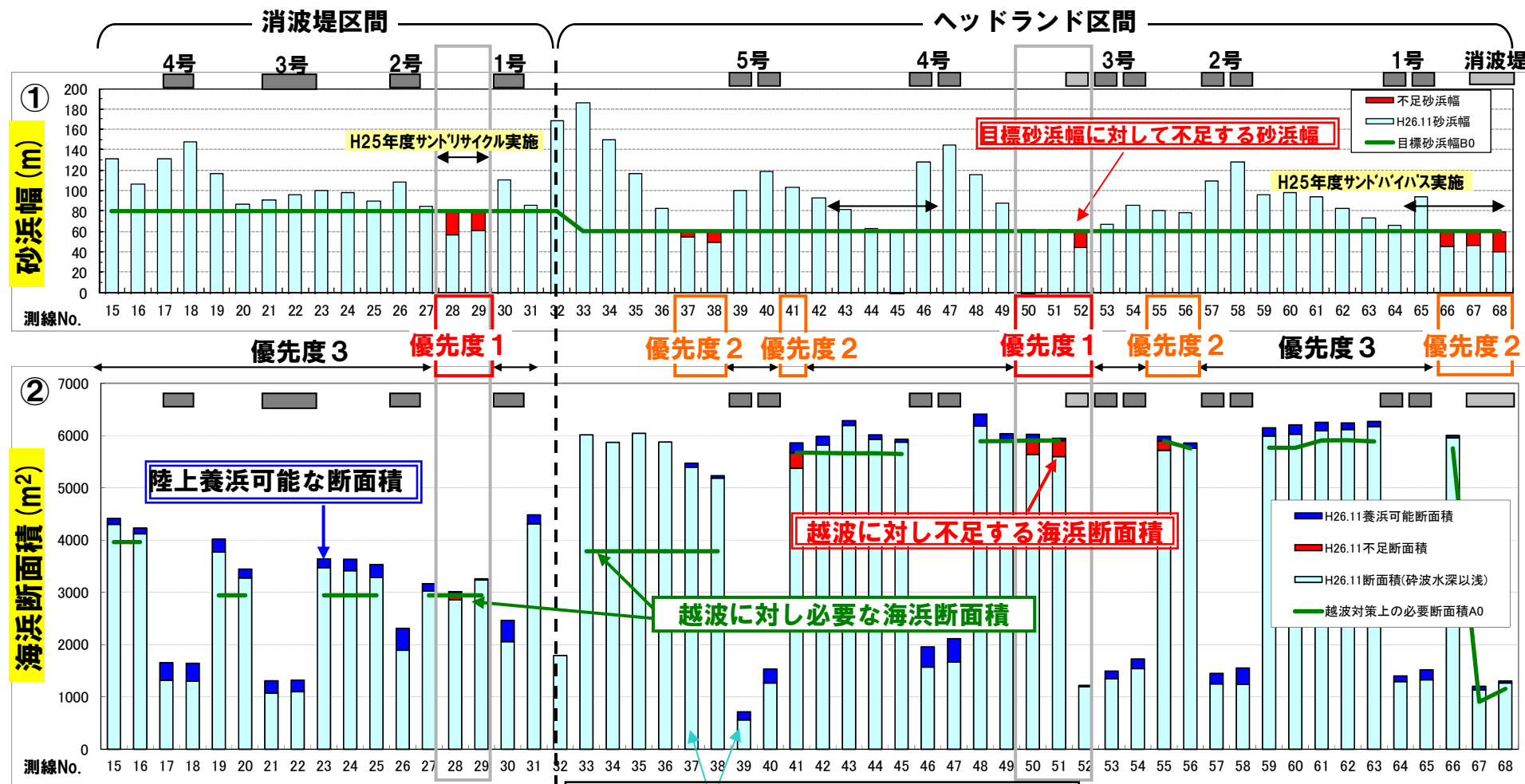
砂浜幅の変化【2013 (H25) 年9月～2014 (H26) 年11月】



H26年11月の測量結果を基に養浜箇所の優先順位を検討した結果、各ヘッドランド下手等で養浜の優先度が高く、今後も養浜の継続が必要である。

養浜箇所については以下を基準とし、局所的な侵食への対応を踏まえて決定。

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



断面積は波の打上げ高算定の基礎となる
砕波水深約17m以浅※～堤防間の海浜断面積
(※消波施設測線は水深約10m以浅)

現状

養浜の実施により、平成26年の台風来襲時には砂浜些少部においても越波被害は確認されなかった

⇒高波浪による局所的な侵食に対しては、継続的な養浜を行うことで、ある程度のレベルまで対応が可能

課題

ヘッドランド下手などでは防護上の必要砂浜幅を割り込んでおり、一定の規模を上回る高波浪来襲時には、越波被害等が発生する可能性がある



対応方針

- ・ヘッドランド下手など砂浜些少部への**養浜を引続き実施**していく。
- ・**モニタリングを継続**し、地形の変化状況を踏まえた養浜量、投入位置の検討を行う。
- ・既設のヘッドランド離岸堤の冲出し、養浜実施箇所前面に設置した根固め工の冲出しや延伸など、防護上の必要砂浜幅を確保するために有効な**構造物の改良について検討**を行う。



高波浪来襲による緊急的に養浜が必要となる場合の備えとして、計画量以上の養浜材が確保可能な場合には、養浜材を砂浜些少部付近にストックしておくことを念頭に養浜を実施していく。

サンドバイパス養浜は、以下の方法で実施する。

- 1 養浜材は、養浜必要箇所及びその上手側に投入する。
- 2 養浜材の供給が可能であり、以下のいずれかに該当する場合、計画量8万 m^3 /年を越えた養浜を実施可能とする。
 - (1) 優先順位の高い箇所で養浜が可能
 - (2) (1)を満たしてなお、養浜材をストックできる容量がある

計画量を超える養浜が必要な理由

- ① 些少部で緊急養浜が必要となった場合のストック
- ② 容量が大きいヘッドランド・消波堤等の背後は、高波浪時に下手些少部への養浜材供給元となる。
- ③ 天候や他工事の影響などにより、各年の養浜量が安定しない。

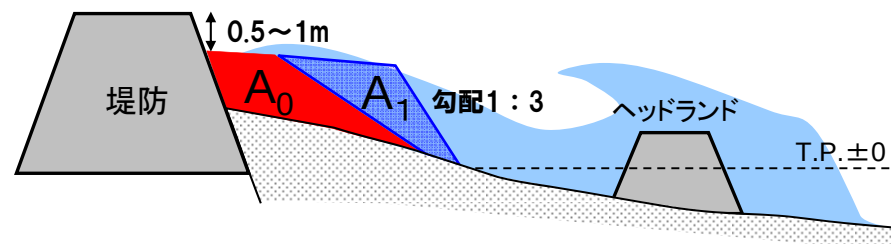
H23検討委員会資料に加筆



【養浜断面】

- ヘッドランド区間：現況の盛土天端面（現地盤面）から海側に撒きだし、根固工背後に擦り付ける。
- 消波堤区間は、景観に配慮し、堤防面を極力隠すため、波返工下部を天端面とし、盛土法勾配は自然地形勾配に近づける。

(概念図)



- 越波を許容しないために必要な海浜断面： A_0
- A_0 を越えて養浜可能な海浜断面： A_1

サンドリサイクル養浜の増量の検討



サンドリサイクル養浜材採取の様子（2月3日）

サンドリサイクル養浜材採取箇所下手の航空写真

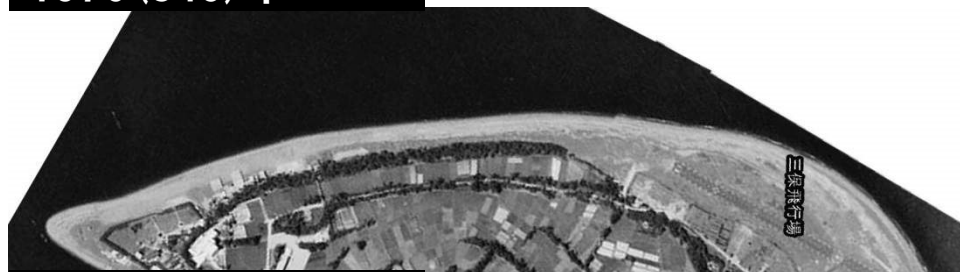
44

航空写真から三保飛行場（サンドリサイクル養浜材採取箇所）下手の状況を把握

1961 (S36) 年



1970 (S45) 年



1986 (S61) 年2月



1998 (H10) 年3月



2000 (H12) 年9月



2006 (H18) 年2月



砂州が突出し土砂が沖に抜けやすく
下手側に土砂が回り込みにくい

2010 (H22) 年1月



H19年度～
サンドリサイクル養浜材採取開始

2014 (H26) 年12月

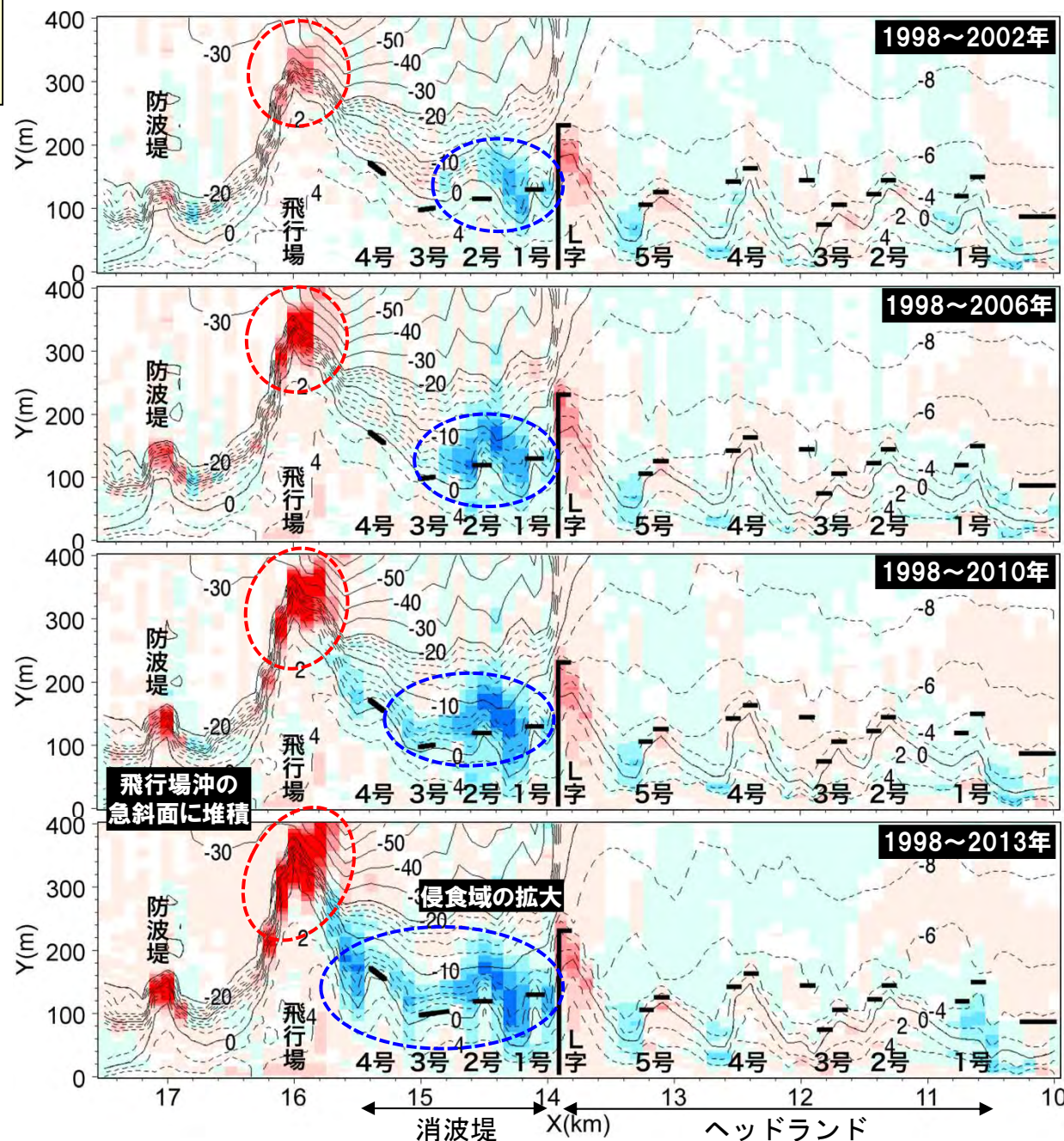


消波堤区間周辺の地形変化量の平面分布(1998年基準)

※平成25年度第1回委員会資料

45

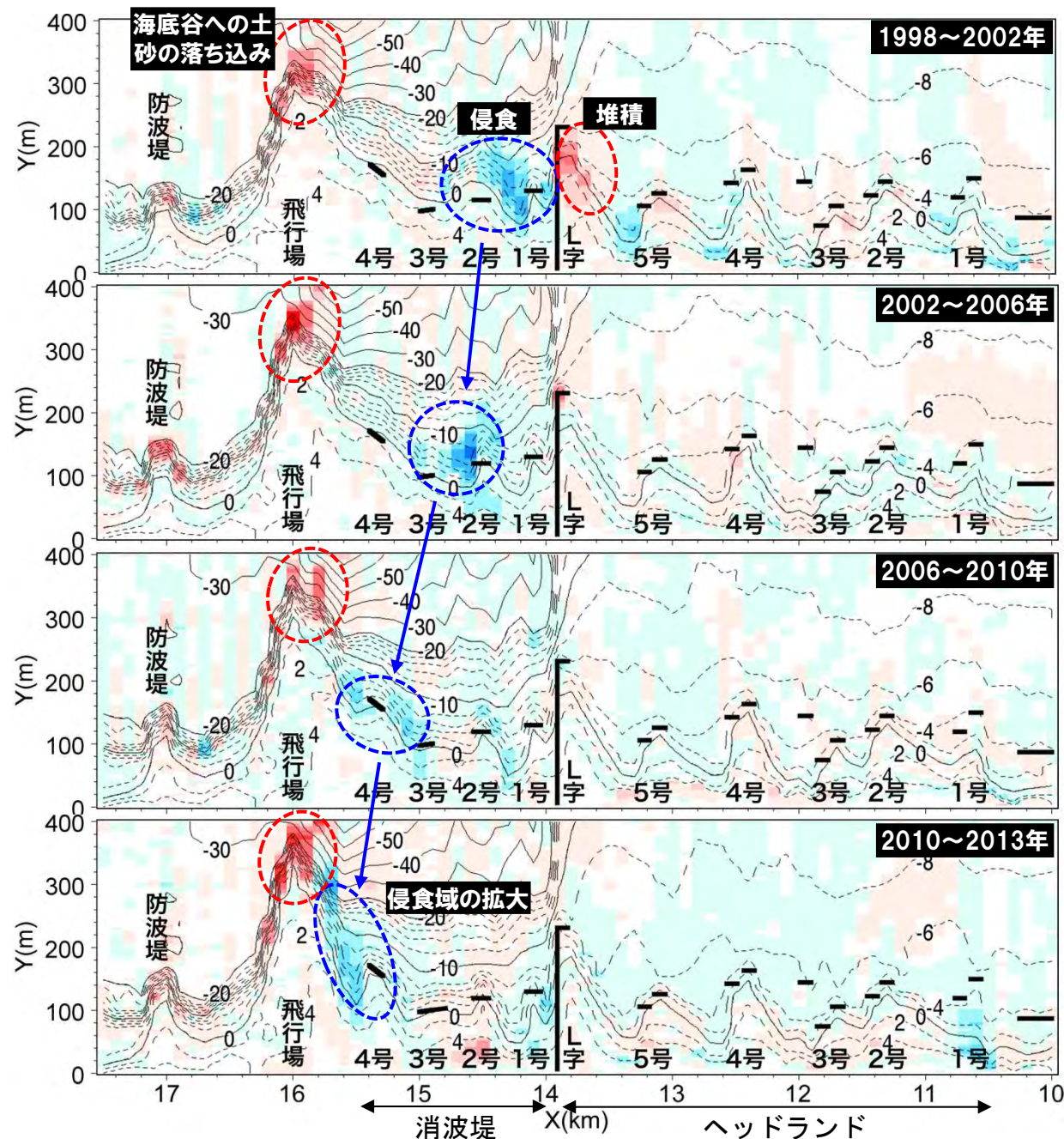
- 消波堤区間で著しい侵食
- 飛行場前面で堆積



消波堤区間周辺の地形変化量の平面分布(4年毎)

※平成25年度第1回委員会資料 46

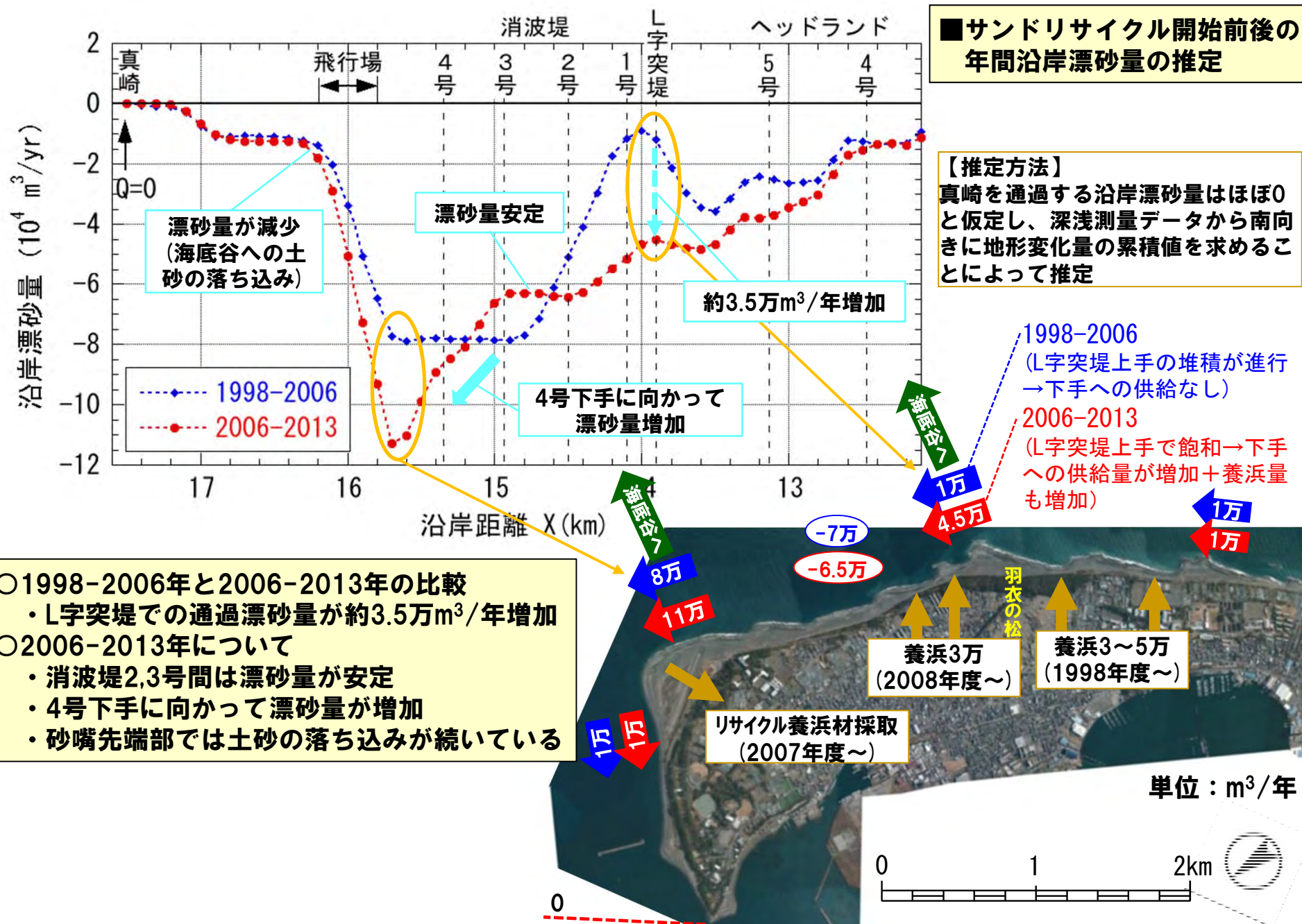
- ・ L字突堤の北側の侵食域が下手へ拡大
(現在では、4号消波堤下手の侵食が顕著)
- ・ 侵食した土砂の大部分が飛行場前面の海底谷に流出



沿岸漂砂量分布の推定

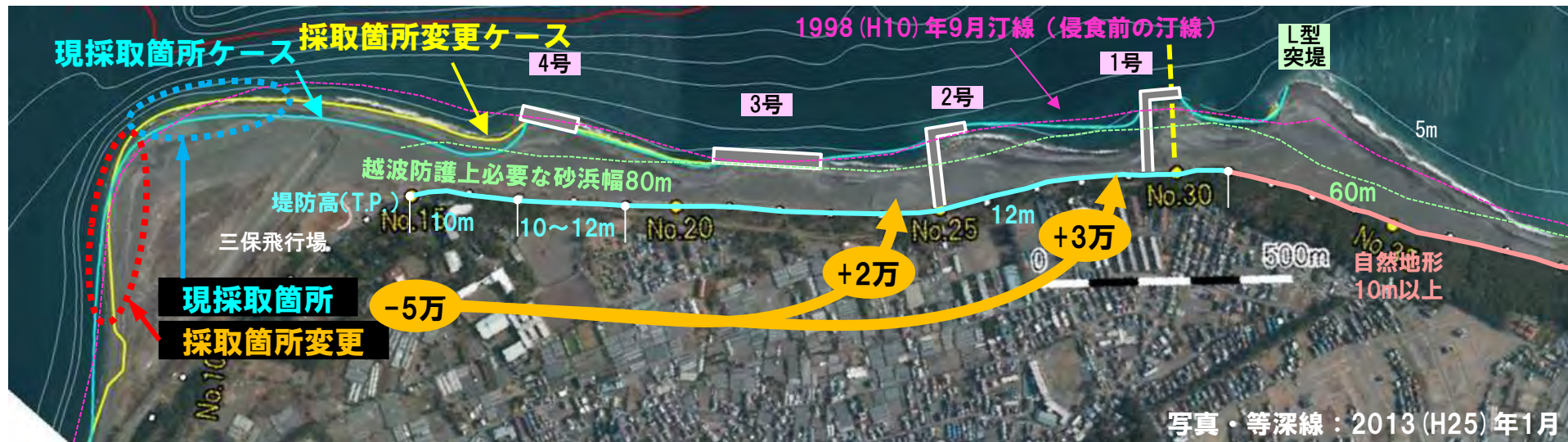
※平成25年度第1回委員会資料

47

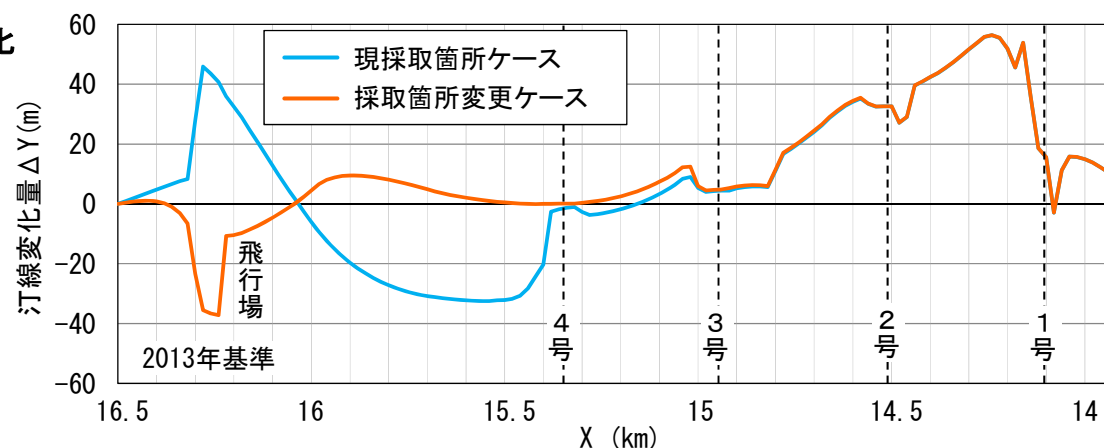


サンドリサイクル養浜の方法に関する検討 ※第2回三保松原白砂青松保全技術会議資料 48

4号消波堤下手に波及している侵食が現採取箇所にも今後影響を与えることが予想されるため、採取箇所を下手に移して検討



対策後20年の汀線変化



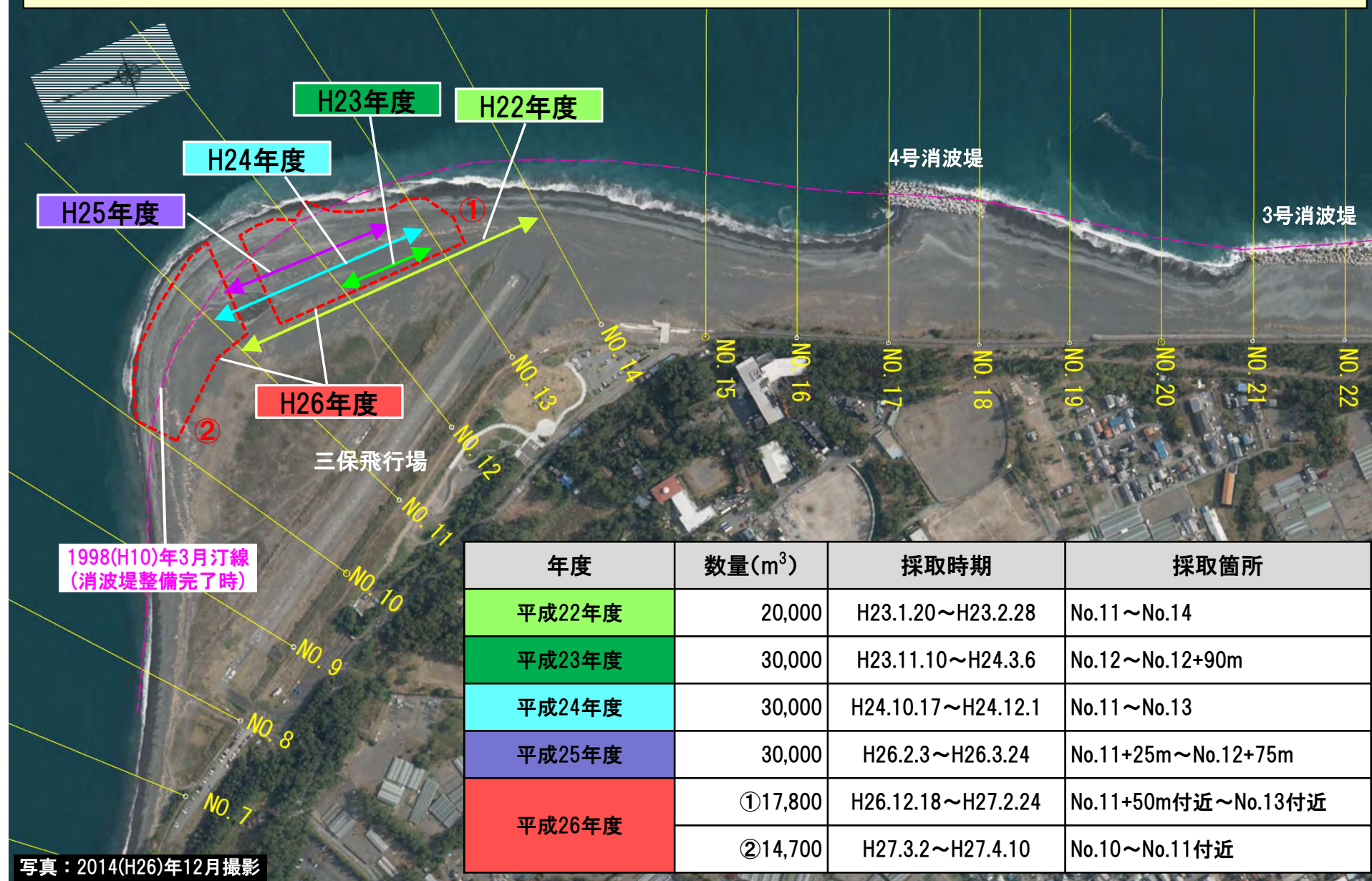
養浜材採取量を5万 m^3 /年としても、採取箇所を変更することで、4号下手への影響はほぼ解消される。

ただし、周辺に悪影響は及ばないかモニタリングしながら慎重に採取箇所の検討を進める必要がある。

現在のサンドリサイクル養浜材採取箇所

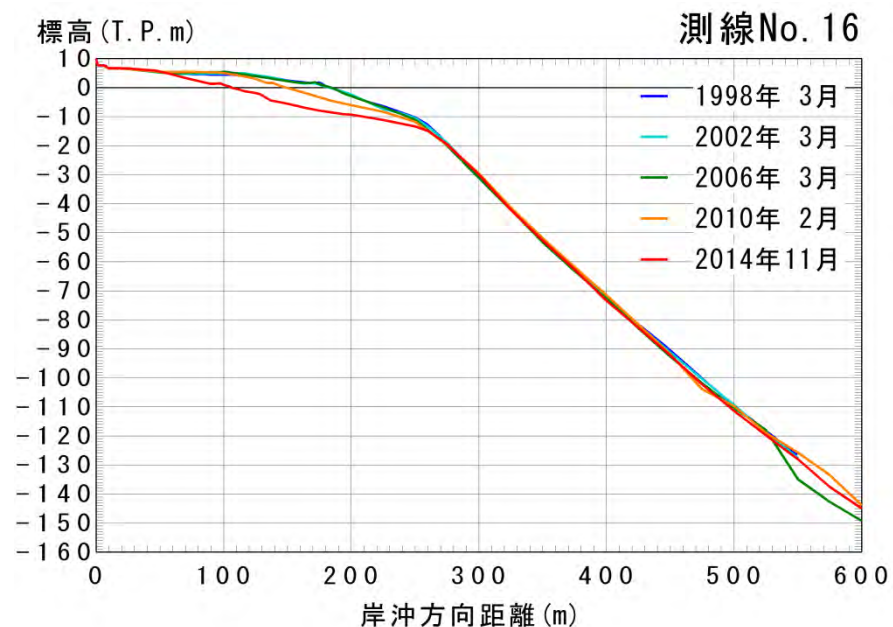
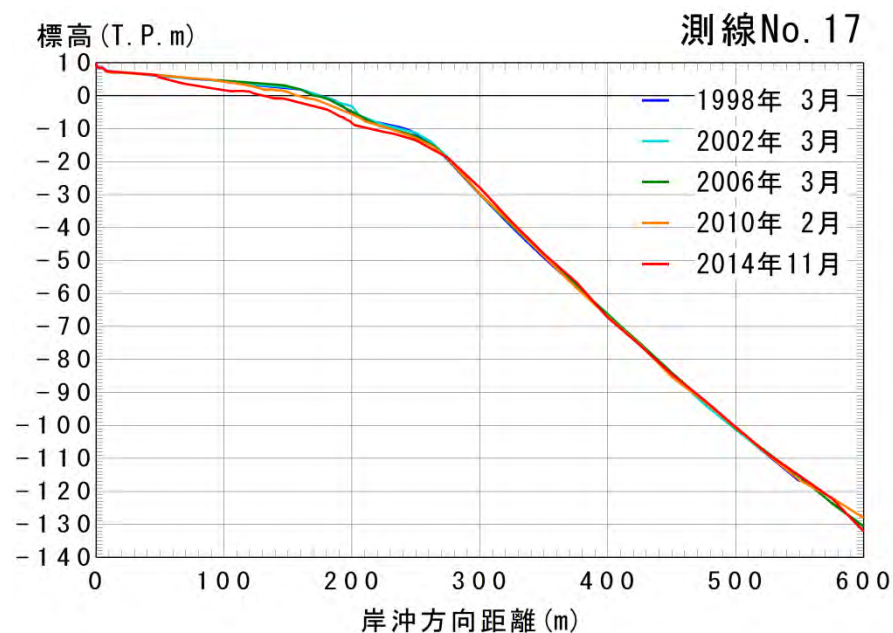
49

- 平成22年度より飛行場前面でサンドリサイクル養浜材の採取を実施（H26年度より浚渫エリアを下手側まで拡幅し、3万m³/年+αに増量）



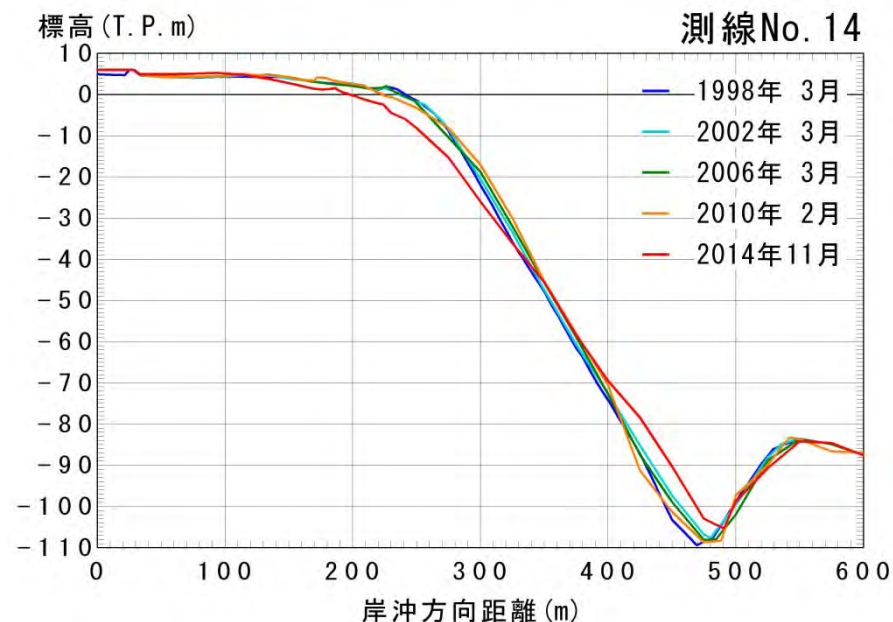
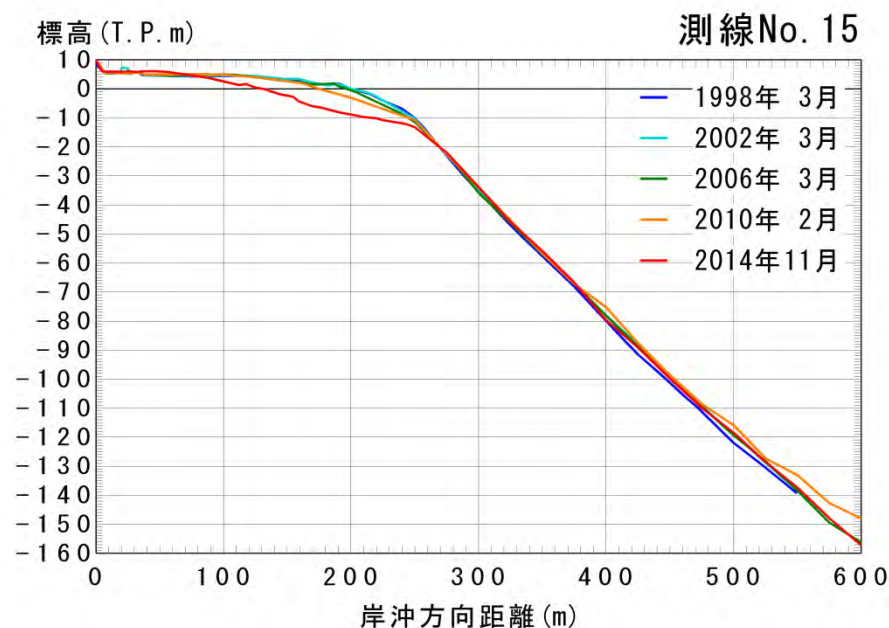
■4号消波堤下手

- ・ 標高15m以浅で侵食が生じている
- ・ 標高15m以深の地形の変化はほとんどない



■4号消波堤下手

- ・ No.14は標高-30m以浅で侵食が生じている
- ・ 標高70m以深まで砂が落ち込み、堆積している



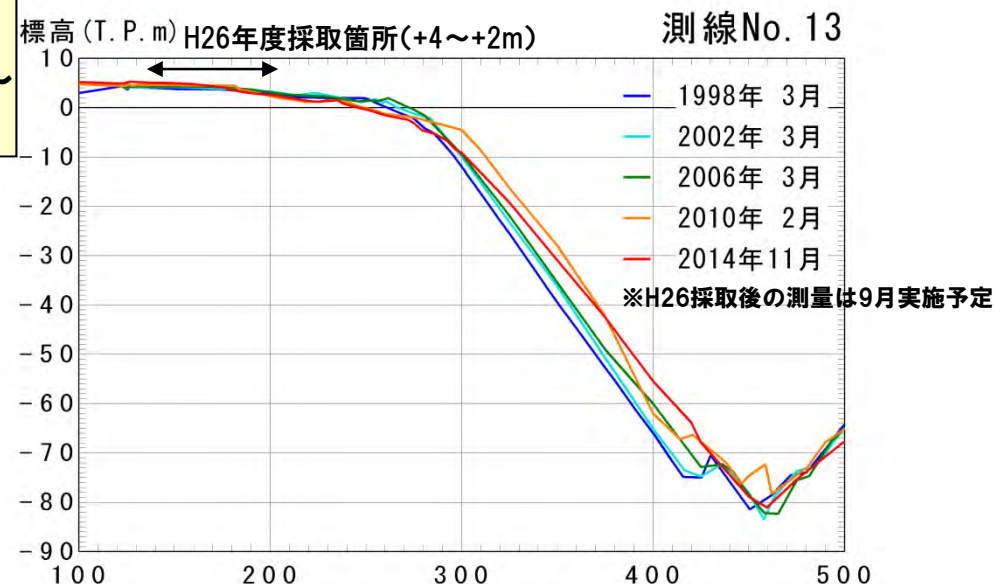
■三保飛行場前面

- ・ 養浜材採取箇所の地形は回復している
- ・ 陸上部の堆積はわずかだが、水中部では標高-40~-80mまで土砂が落ち込み、堆積が進行している

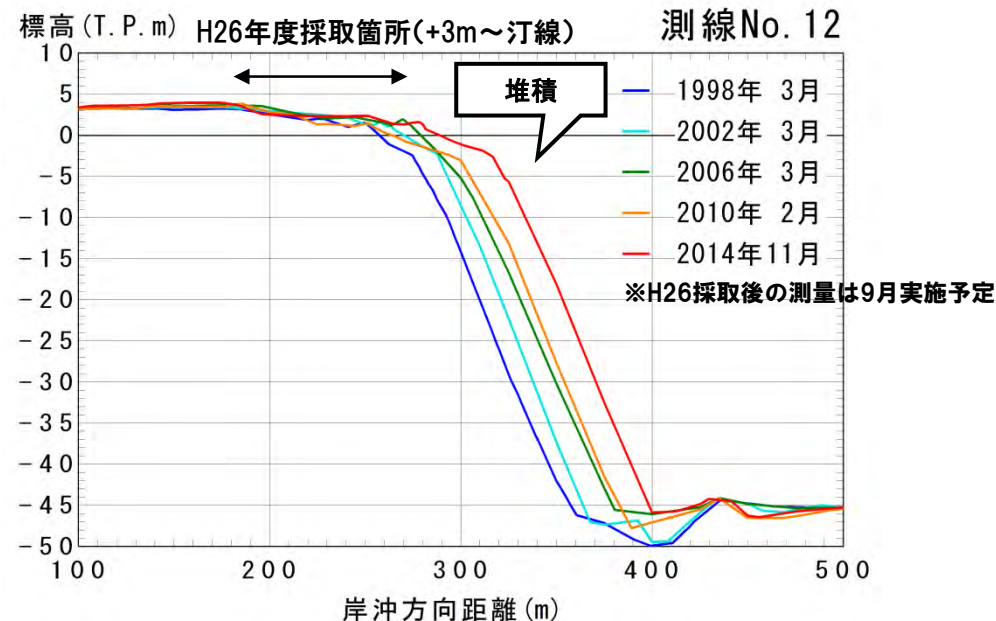


写真：2014(H26)年12月撮影

○養浜材採取箇所



○養浜材採取箇所



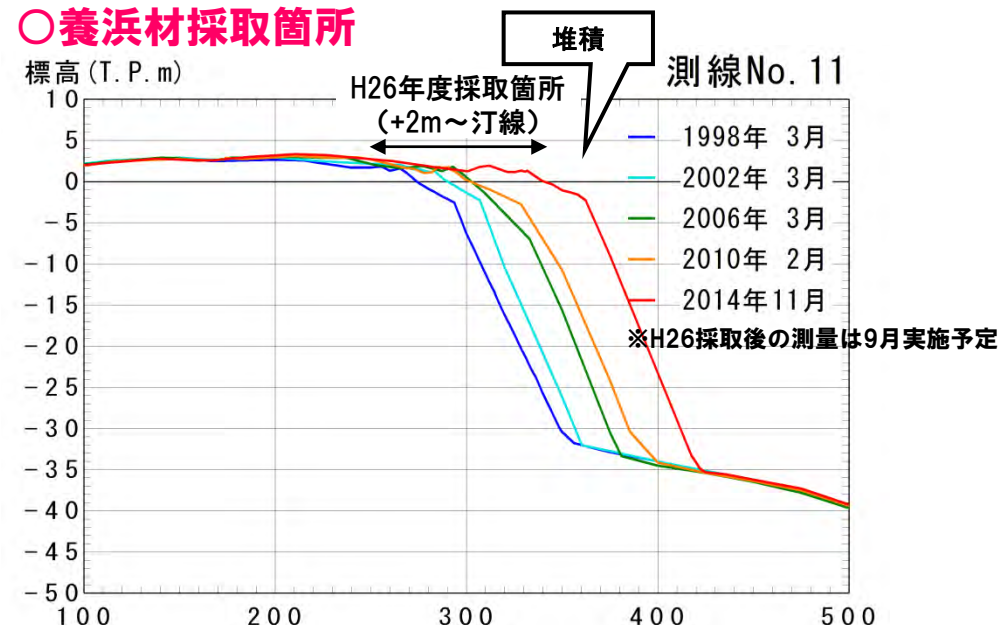
■三保飛行場前面

- ・ 養浜材採取箇所の地形は回復している
- ・ 標高-30m~-40mまで土砂が落ち込み、汀線際から水中部にかけて堆積が進行している

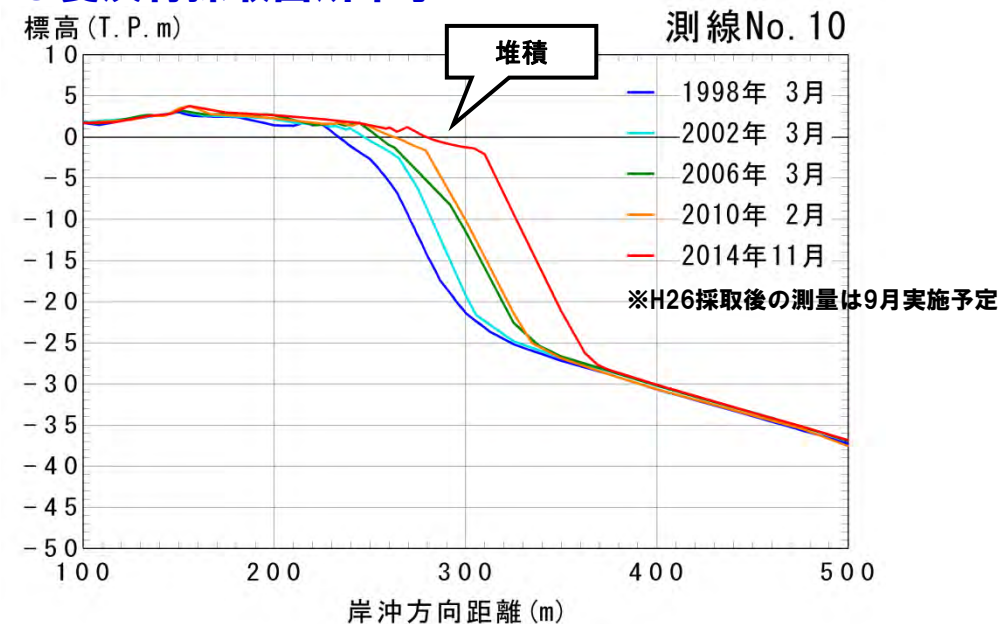


写真：2014(H26)年12月撮影

○養浜材採取箇所



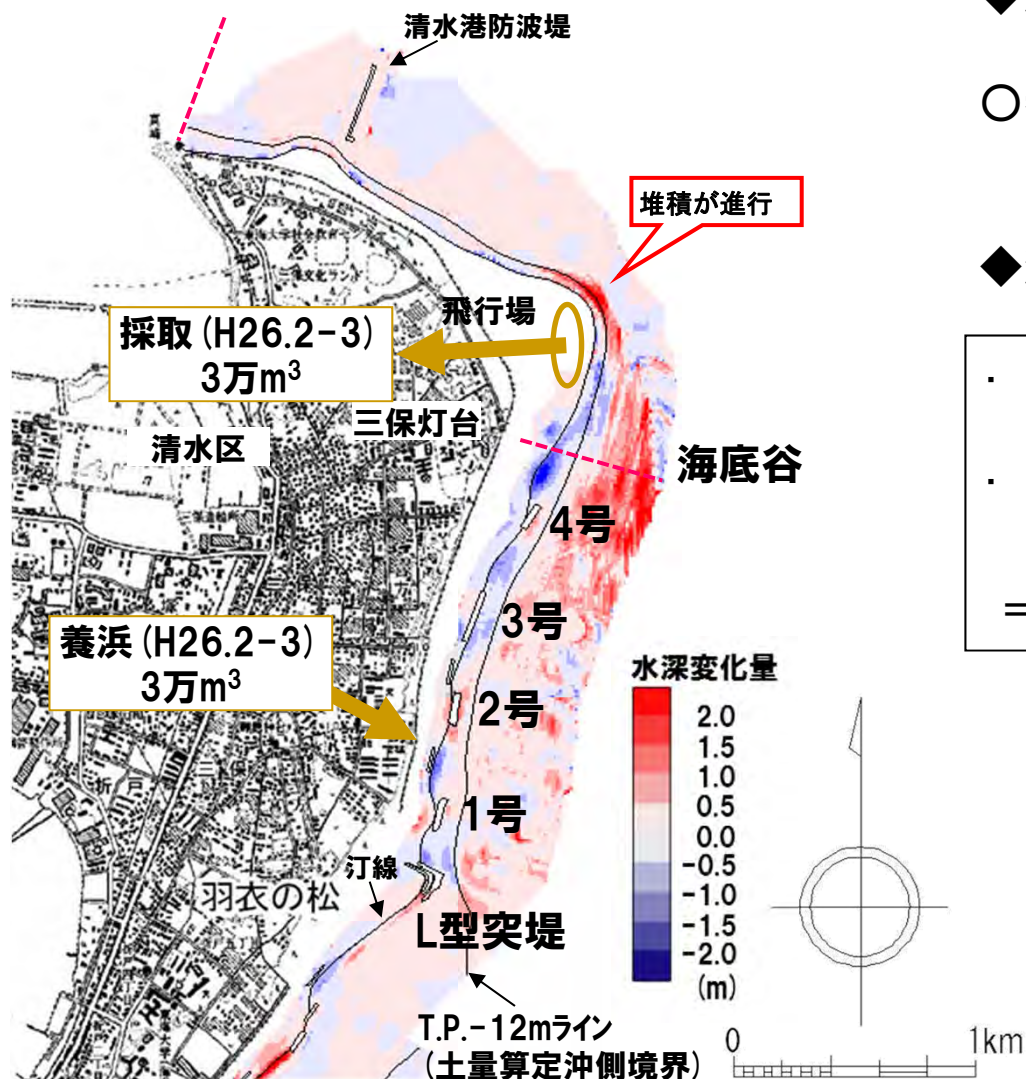
○養浜材採取箇所下手



水深変化図からサンドリサイクル養浜材採取の影響を確認

◆水深変化図【2013 (H25) 年11月～2014 (H26) 年11月の変化】

等深線はH26年11月測量



◆測量実施 : 2013 (H25) 年11月



○養浜材採取 : 2014 (H26) 年2月～3月
採取量3万m³



◆測量実施 : 2014 (H26) 年11月

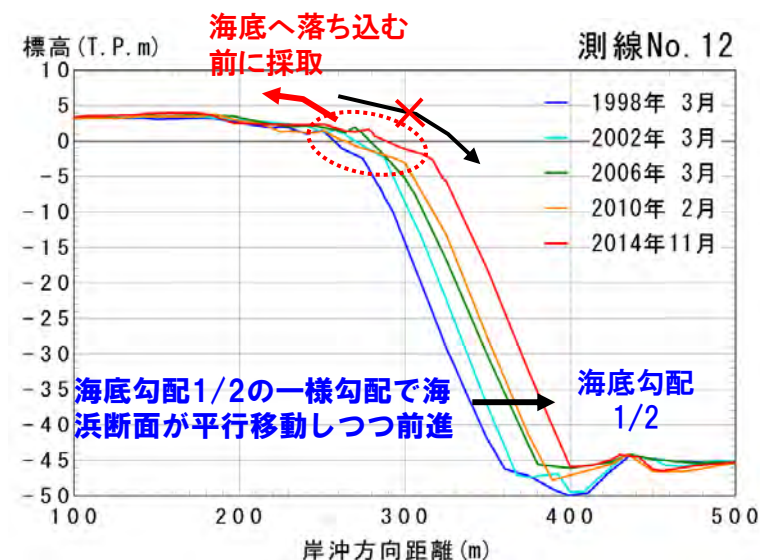
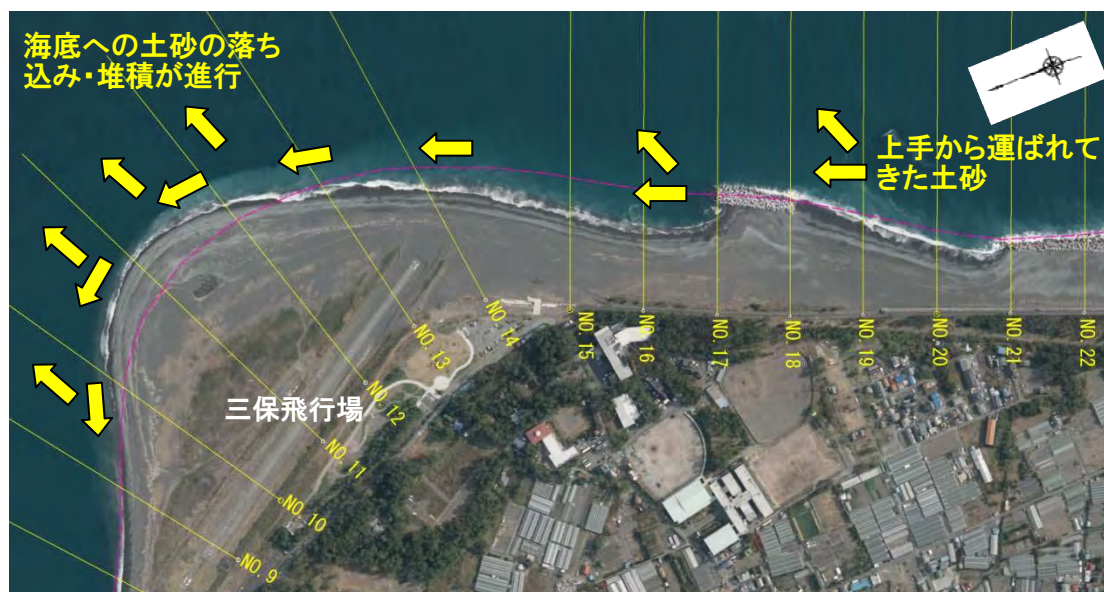
- ・ 2014 (H26) 年2～3月に養浜材を採取しているが、飛行場沖側は堆積が進行している
- ・ また、飛行場下手～真崎間の水深変化は少ない

⇒養浜材採取による悪影響は生じていない

※H26採取後の測量は9月実施予定

課題

- ・ 三保飛行場前面で**海底への土砂の落ち込み・堆積が現在も進行している**。
- ・ 現養浜採取量3万m³/年の実施においては地形の回復が確認されているが、今後5万m³/年に増量した場合、採取箇所を下手に移動しながら実施した場合においても**将来的には汀線の後退が予想される**（海底への土砂の落ち込みはなおも進行）。



採取方法の考え方

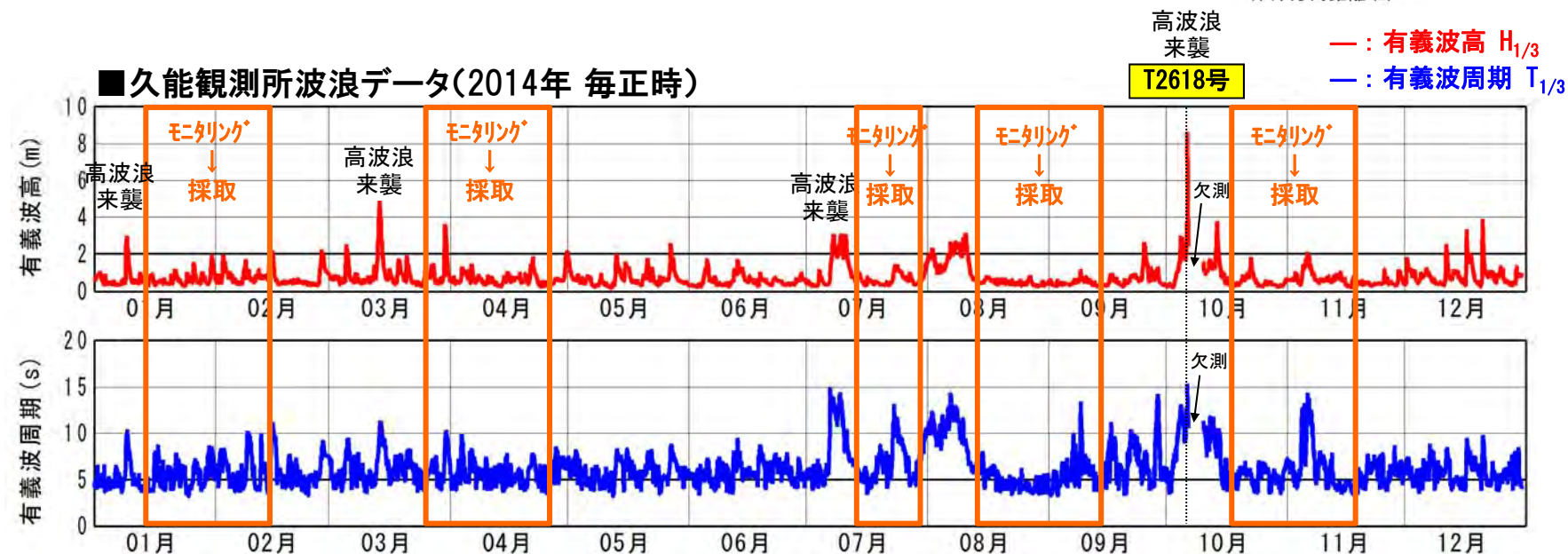
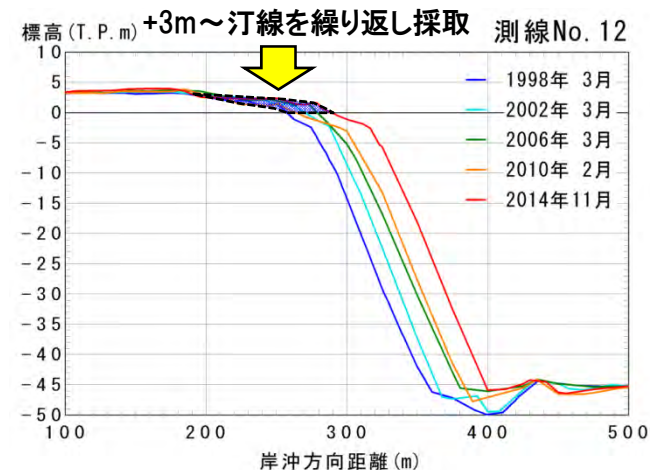
- ・ 海底への土砂の落ち込みを未然に防ぐ（落ち込み量を減らす）、効率的な土砂の採取方法を検討する必要がある。

今後の採取方法案①

①海底に落ち込む土砂を減らすため、汀線際の土砂の移動帯(+3m～汀線)から陸上採取を繰り返す。

- 高波浪、常時波浪による地形回復状況をモニタリングしながら、地形回復の度に土砂を採取する。
- 【採取→モニタリング→地形回復を確認→採取】を繰り返す。

※高波浪、常時波浪による土砂の移動特性・埋め戻る波浪条件を把握し、汀線際の土砂を効率的に採取する



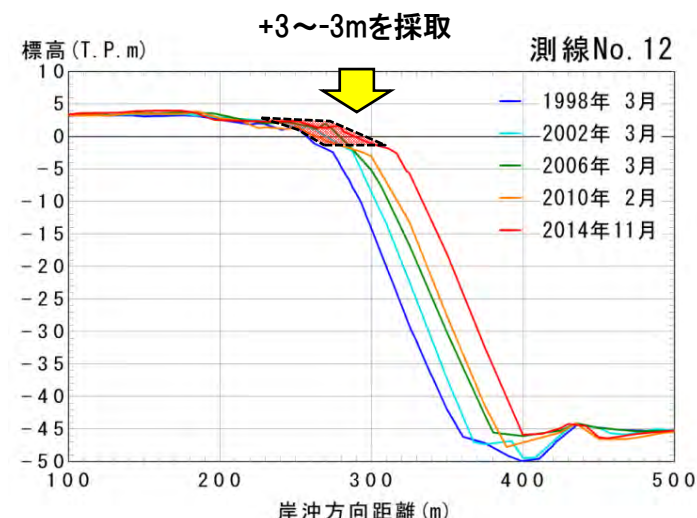
今後の採取方法案②

②海底に落ち込む直前の急勾配斜面上の堆積土砂(+3~-3m)を採取する。

→陸上＋海上施工による

<予想される課題>

- ・ 陸上施工：掘削時に水がでると、施工効率が悪くなる。
大型掘削重機の適用性を要検討。
- ・ 海上施工：海象条件・時期・頻度に制約、濁りによる
漁業への影響など。



← 平成26年度サンドリサイクルの様子

(平成26年度は標高+1～+3mから採取)

掘削が地下水位面下に及ぶもしくは潮位変化により、掘削面に水が出ると施工効率が悪くなる

← 浜名湖沖合での海底浚渫事例

三保飛行場前面への適用性を検討

(施工性(時期・頻度), コスト, 濁り, 漁船等への影響など)

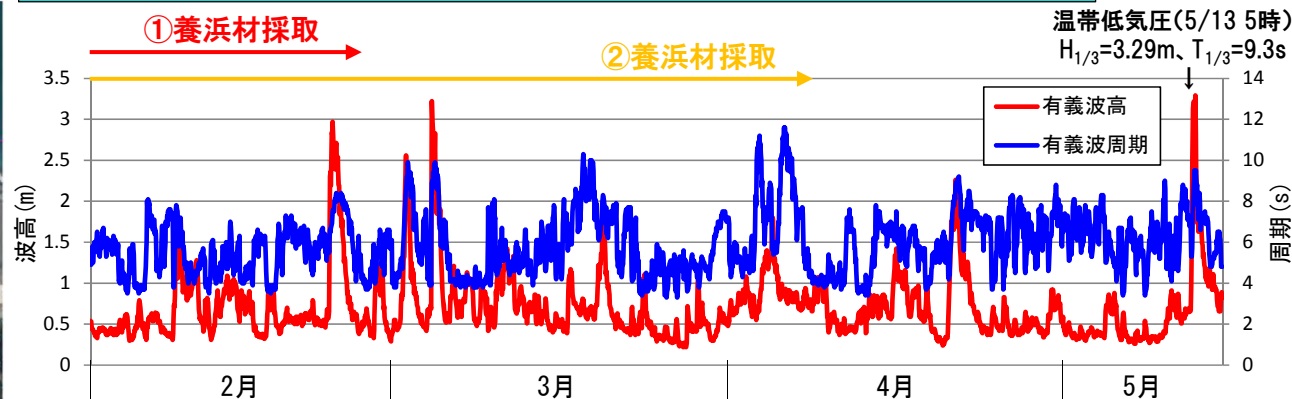
平成26年度採取箇所の採取後の現在の状況

→採取箇所で砂礫の堆積がわずかに見られる（波高3m程度が2回来襲）。ともに高波浪の継続時間も短く十分な地形回復には至っていないため、今後も台風前後等の変化状況を確認していく

採取箇所



波浪観測データ(久能観測所、毎正時)平成27年2月～5月中旬



養浜材採取直後と台風6号通過後(5月14日)の測量データを基に、採取後～現在の土砂変化量を算定した結果、①で約4,600m³、②で約300m³の堆積が確認された

採取箇所の状況

養浜材採取実施前



養浜材採取実施後



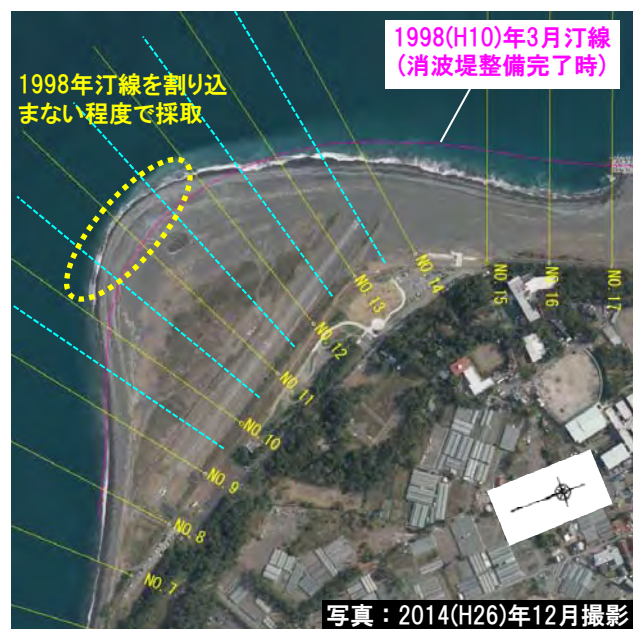
平成27年度

養浜材採取

- ・ 採取範囲はNo.10～No.12周辺にて、採取方法案①汀線際の土砂の移動帯(+3m～汀線)から陸上採取する。
- ・ 地形回復状況をモニタリングしながら、地形回復の度に土砂を採取する。

モニタリング

- ・ 採取箇所周辺の測量ピッチを50m程度に細かくし、養浜材採取箇所の埋め戻り状況や採取箇所周辺の地形変化状況を確認し、養浜材採取による悪影響がないかどうかをチェックする。



静穏時期が続くなど波浪の状況によっては採取箇所が埋め戻らないことも想定される。
消波堤整備完了時の1998年3月時の汀線を割り込まないことを目安に採取することや採取箇所を下手にずらすなど、随時モニタリングしながら今後の採取増量（5万m³/年）に向けた順応的な養浜実施を行う。

平成27年度の検討課題と対応方針

◆ ヘッドランド区間の防護水準の確保に向けた検討

より効果的・効率的な養浜方法や構造物の改良方法を検討する。

⇒サンドバイパス養浜（サンドボディ促進養浜）

⇒既設のヘッドランド離岸堤の沖出し、養浜実施箇所前面に設置した根固め工の沖出しや延伸 など

◆ 継続的なサンドリサイクル実施に向けた採取方法の検討

養浜材採取量 3 万 m^3 /年→5 万 m^3 /年への増量に向けた検討を行う。

⇒今年度のサンドリサイクル養浜（4 万 m^3 ）を新たな方法で実施

⇒採取箇所の埋戻りや周辺の地形変化の状況をモニタリングで確認し、今後の具体的な採取方法を検討

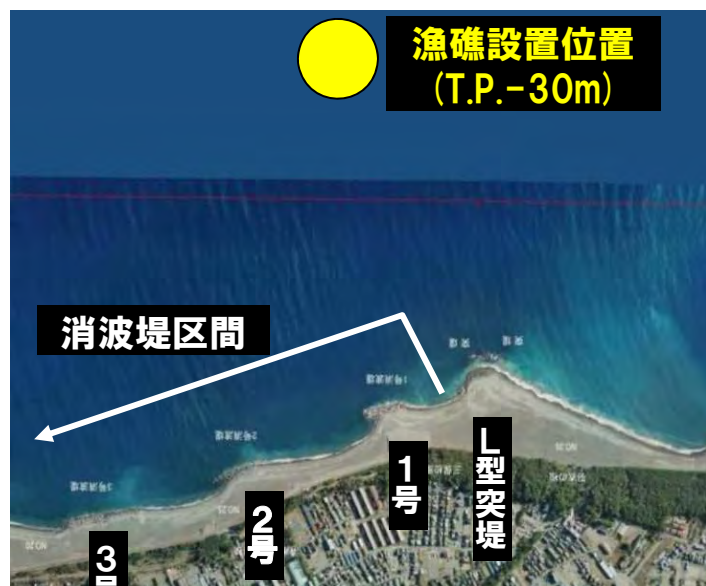
資料編

漁礁周辺のモニタリング結果



平成26年度 漁場調査

■L型突堤沖合いに平成18,19,22年度に設置された漁礁周辺について、養浜砂による漁場への影響等(洗掘,埋没,魚類の蛸集状況)を把握することを目的に平成19年度からモニタリングを実施



漁場調査ブロック
(コンクリート漁礁)
[H22-2]



漁場調査ブロック
(コンクリート組立礁)
[H22-1]

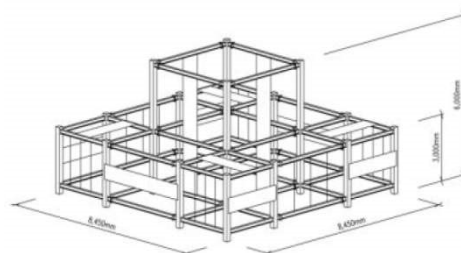
H20コンクリート魚礁

漁場調査ブロック
(鋼製魚礁埋没)
[H18-1]

漁場調査ブロック
(鋼製魚礁)
[H19-1]

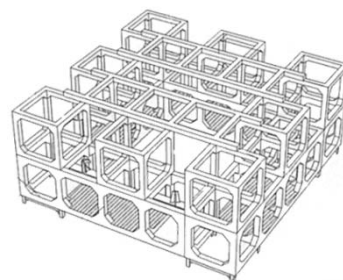
漁礁調査ブロック
(鋼製魚礁)
[H18-2]

平成18,19年度設置



H18-1,2 H19-1
鋼製魚礁

平成22年度設置



H22-1
コンクリート組立礁

平成22年度設置

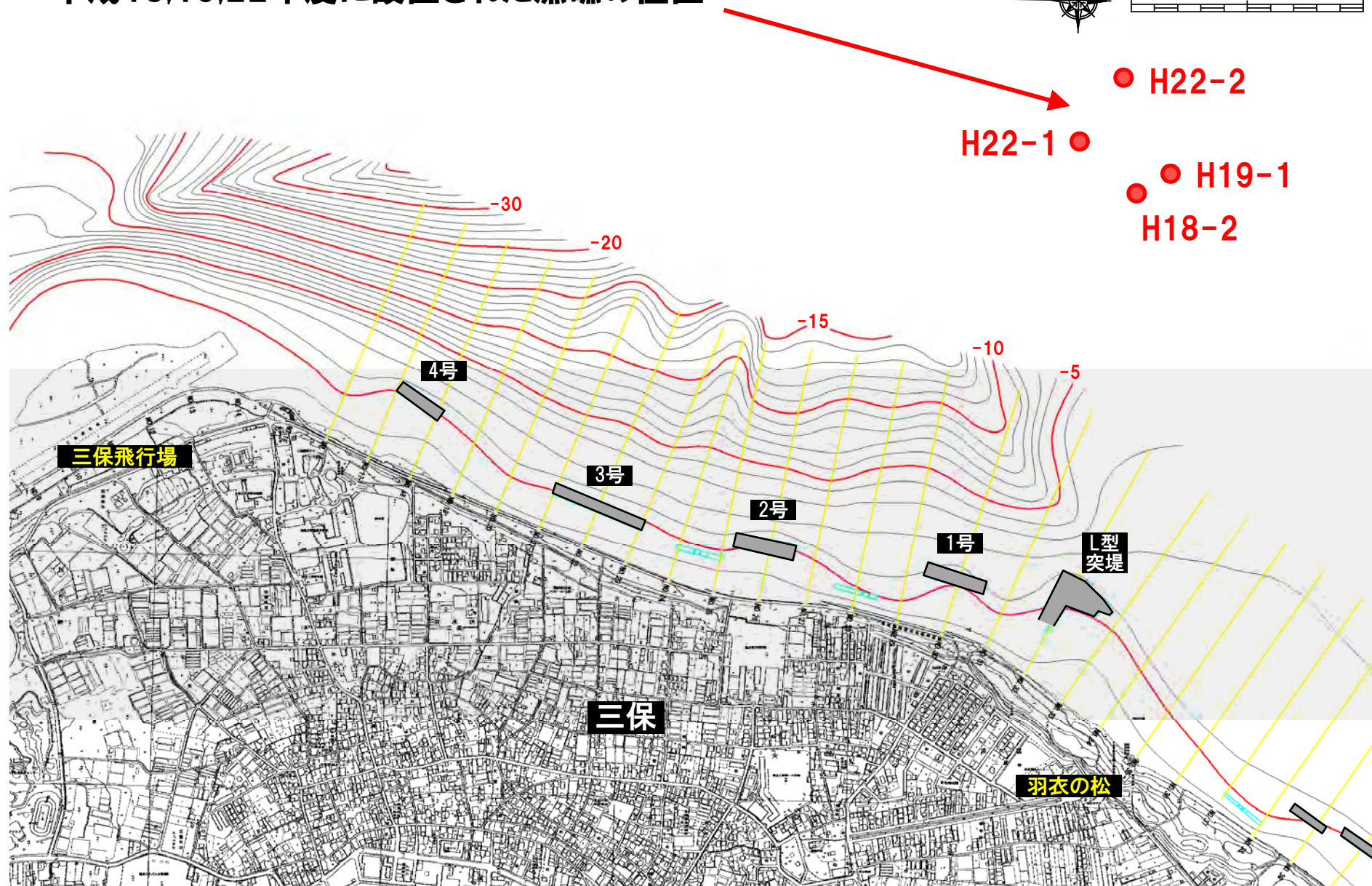
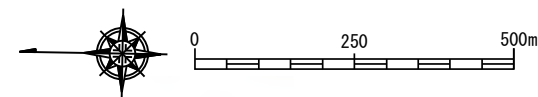


H22-2
コンクリート礁

三保沖の漁礁周辺モニタリング

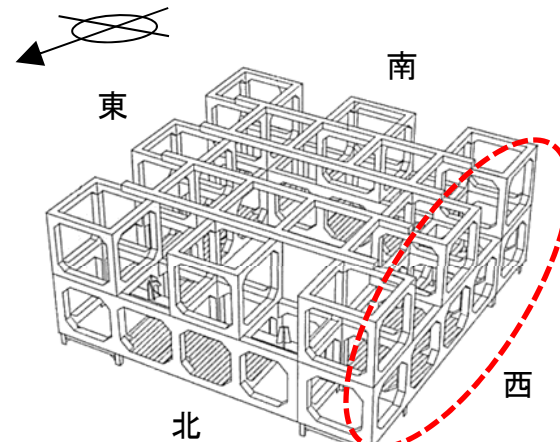
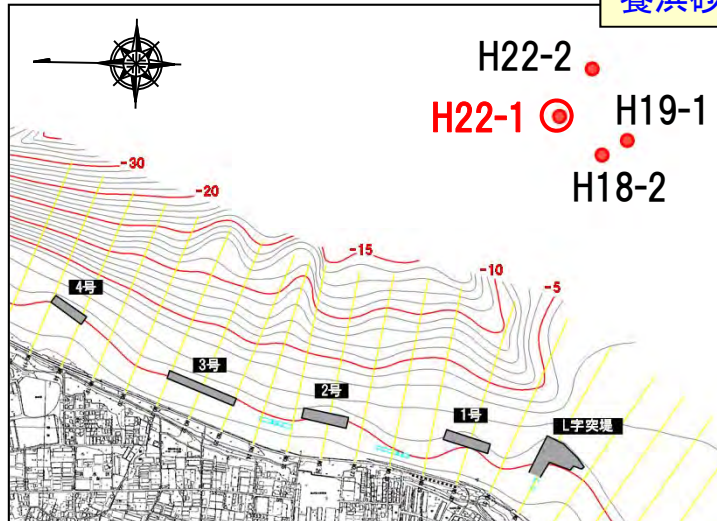
64

平成18,19,22年度に設置された漁礁の位置



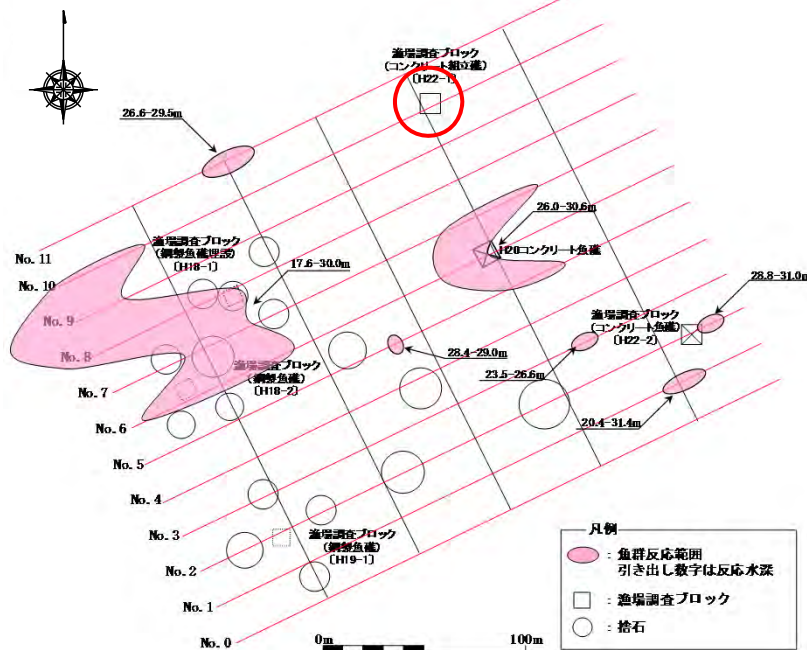
コンクリート組立礁 (H22-1)

設置された漁礁周辺は、洗掘や埋没の他、著しい養浜砂の影響等は確認されず、集魚が確認された

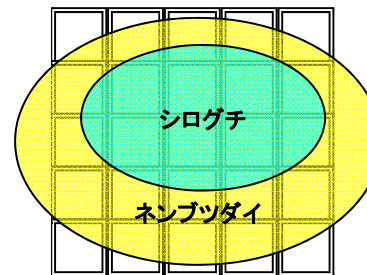


魚群探知機による魚群反応位置(H26年度)

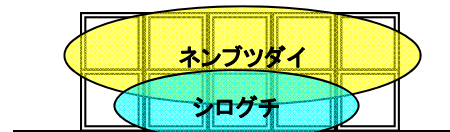
魚類集場所概要図(H26年度)



平面図



断面図



H24



H25



南西角

H26



■離岸堤区間の予測計算結果

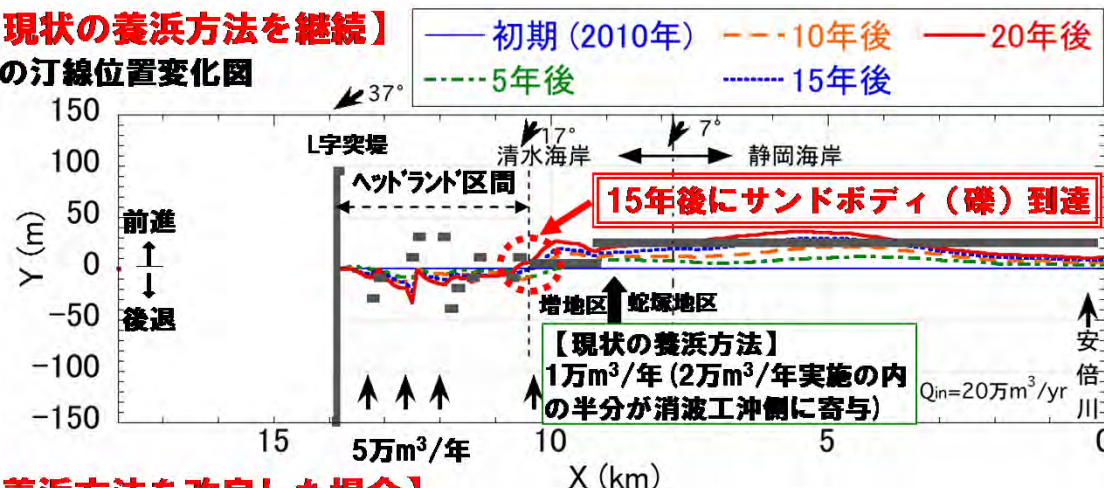
2-4. サンドボディ促進対策の検討

22

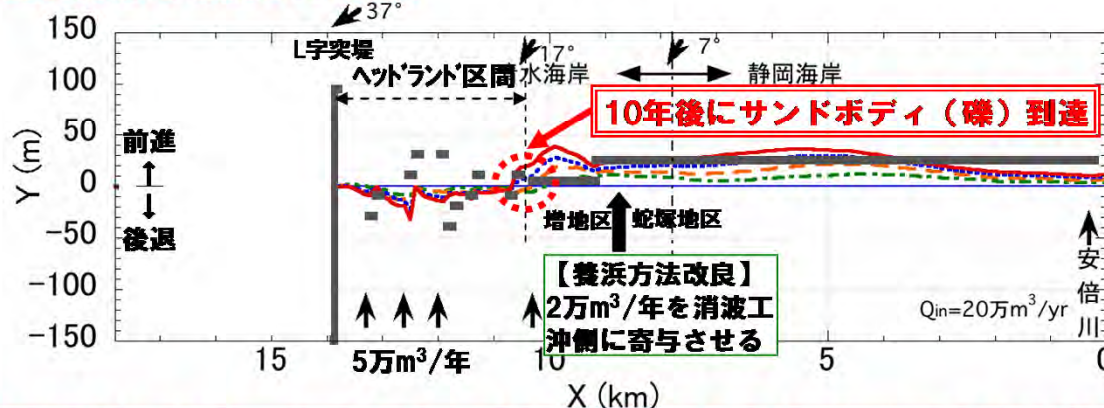
(2) 養浜方法改良によるサンドボディ促進効果の検討

【予測計算：現状の養浜方法を継続】

2010年基準の汀線位置変化図



【予測計算：養浜方法を改良した場合】



⇒養浜方法改良により、ヘッドランド区間へのサンドボディ到達時期が早まるため、今後の養浜は消波工前面への投入を実施していく

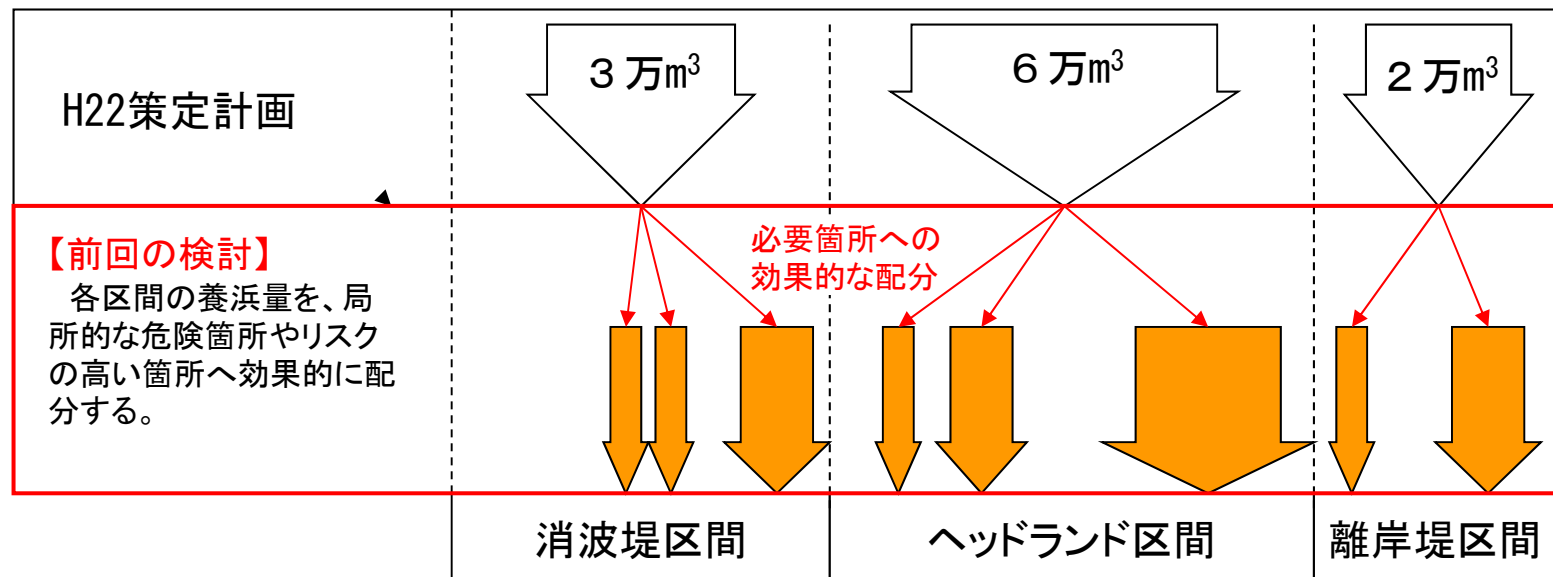
以下の理由により、養浜実施箇所の優先順位付け及び養浜方法を明確化する。

1. 災害リスクが高い箇所からの対策を可能にする。
2. 急激な侵食の進行や大きな侵食状況の変化に対し、柔軟な対応を可能にする。

養浜を実施するうえで明らかになった課題

- 1 大きな状況変化に対し、各箇所における養浜の緊急性を判断できない。
- 2 現状解析に時間がかかる。
台風の深淺測量及びその分析に数ヶ月を要する。
- 3 養浜は以下の影響を受け、各年の養浜量が安定しない。
 - (1)天候や他工事の影響で、許可を受けた箇所で採取できなくなる。
 - (2)同じく、濺筋が変化し、搬出路が確保できない。
 - (3)ダンプ通行への苦情等により、搬出箇所が制限される。

概念図



養浜箇所については以下を基準とし、局所的な侵食への対応を踏まえて決定する。

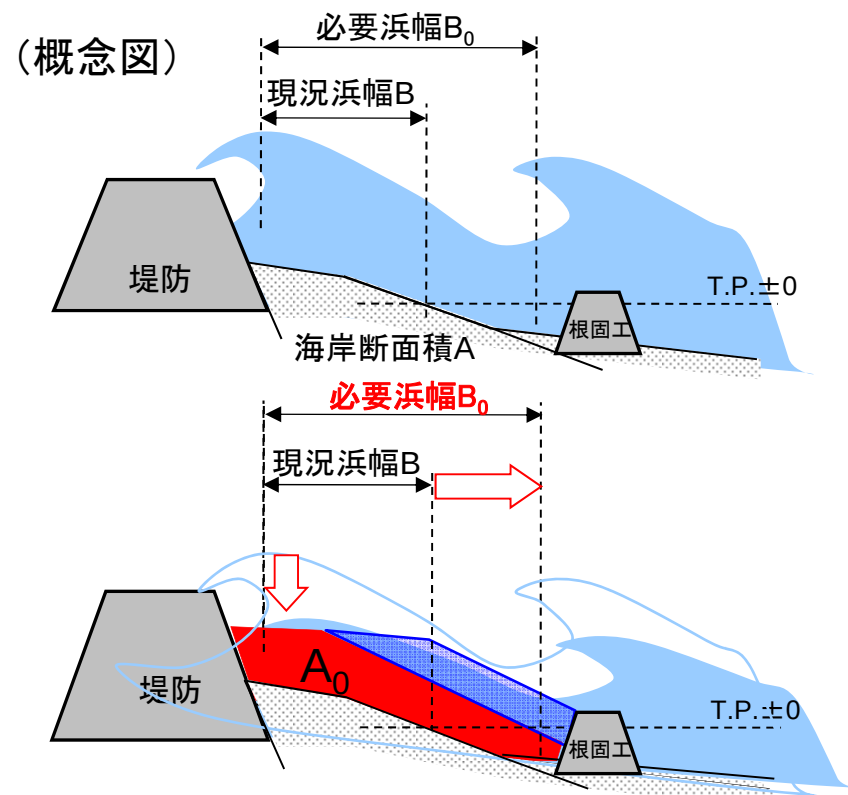
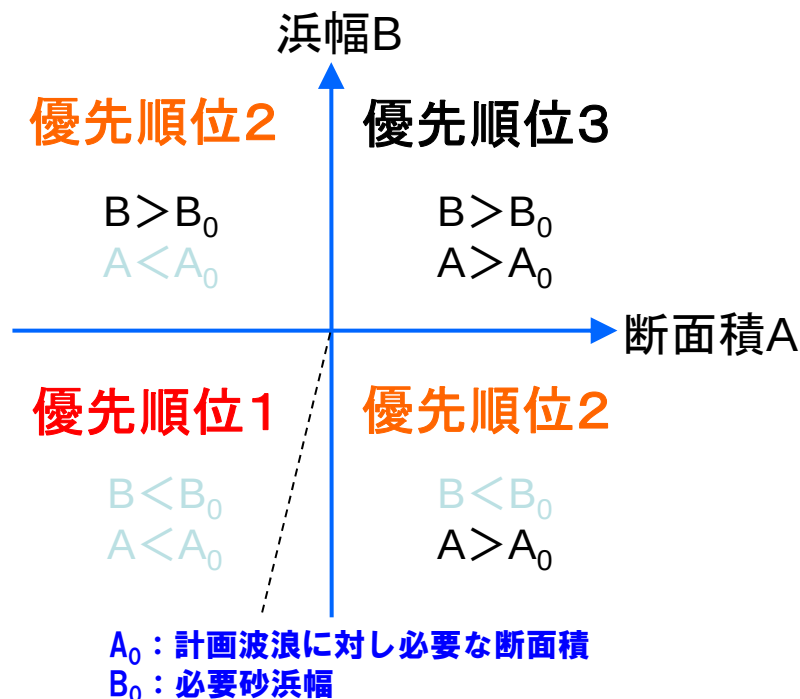
1. 砂浜幅が必要砂浜幅に対し不足している箇所
2. 越波に対し海浜断面が不足している箇所

【指標の選定理由】

1 浜幅	必要浜幅確保が計画の目的であり、防災上最も重要な指標である。
2 海浜断面	越波に対しては、波の打上げ高さを軽減することが重要となる。一般的に海浜断面が大きいほど打上げ高を抑えられる。

※1.必要浜幅は、越波の観点(波が堤防を越えない、堤防が被災しない)に対し、必要な浜幅を代表海浜断面に対する波の打上げ高計算から設定。
2.消波施設周辺での局所的な深掘れの発生や盛土養浜の実施など、代表海浜断面に適合しない施設・養浜等の影響を受けた地形も存在する。それら箇所は浜幅のみでは評価できないため、海浜断面の指標(各測線毎の打上げ高計算による)も加えるものとした。

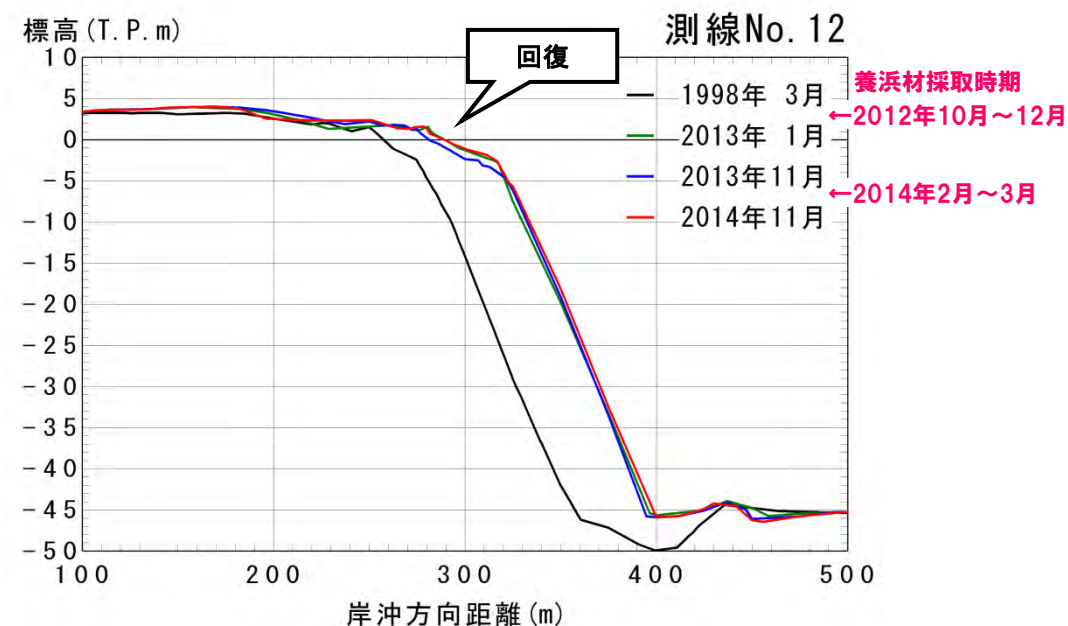
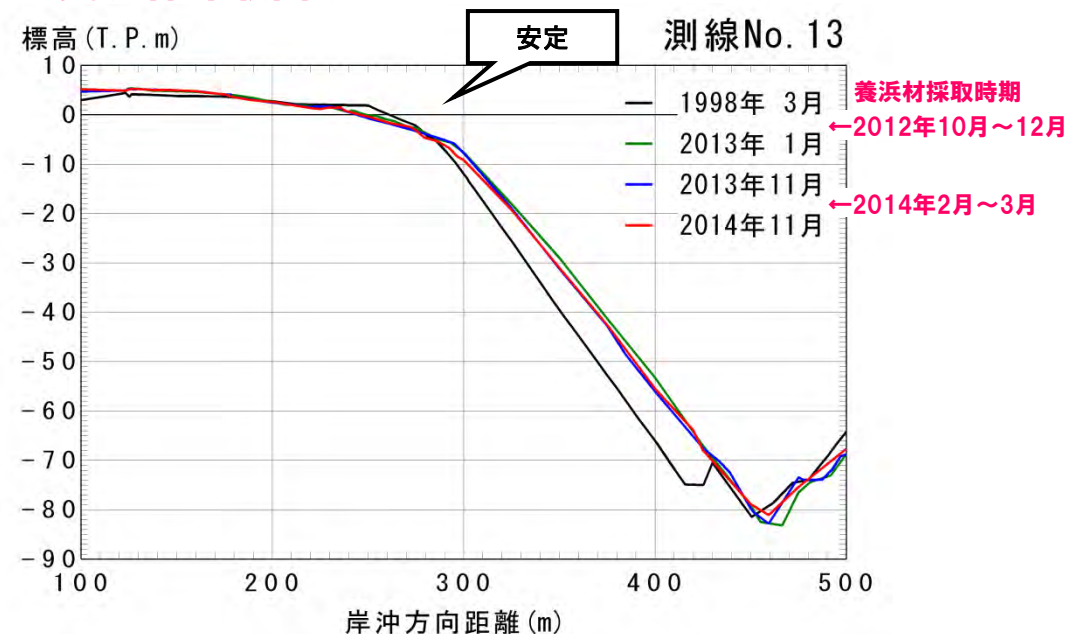
【養浜箇所の優先順位付け】



- ・ 2014年2月～3月にサンドリサイクル養浜材採取を実施
- ・ 養浜材採取後も地形は回復し、安定している



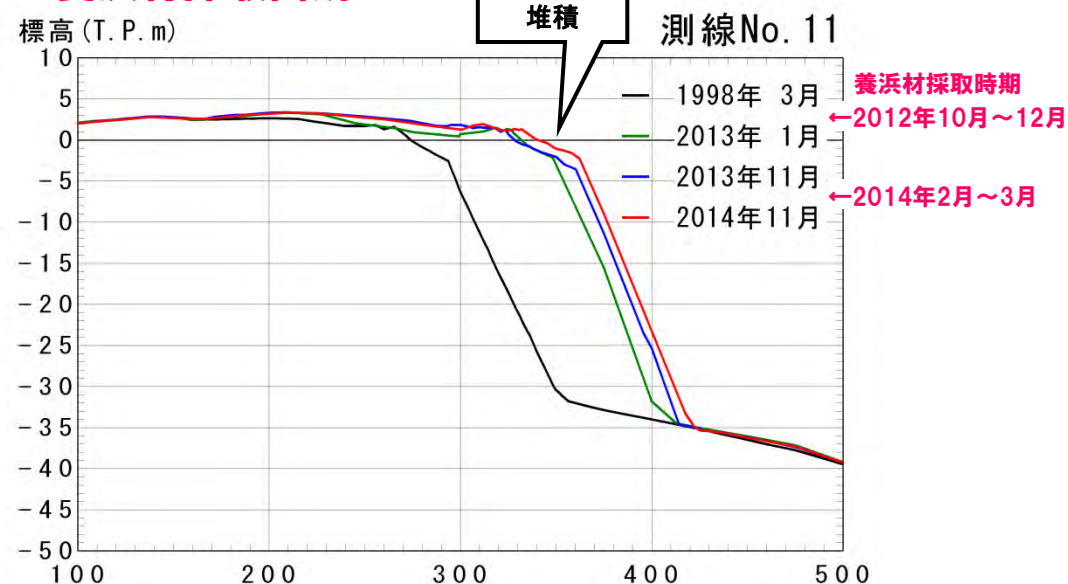
○養浜材採取箇所



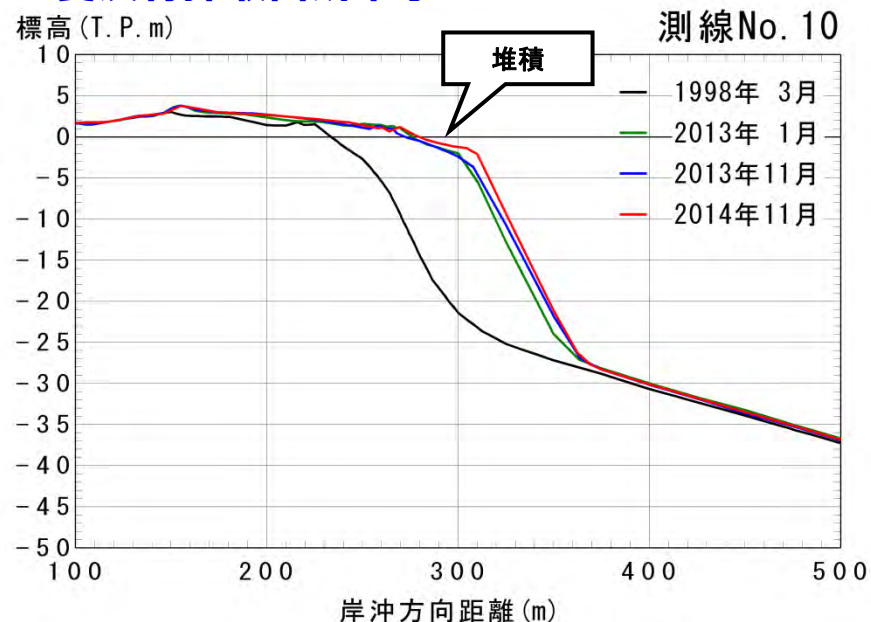
- ・ 2014年2月～3月にサンドリサイクル養浜材採取を実施
- ・ 養浜材採取箇所～下手にかけて水中部で土砂の落ち込みにより堆積が進行



○養浜材採取箇所



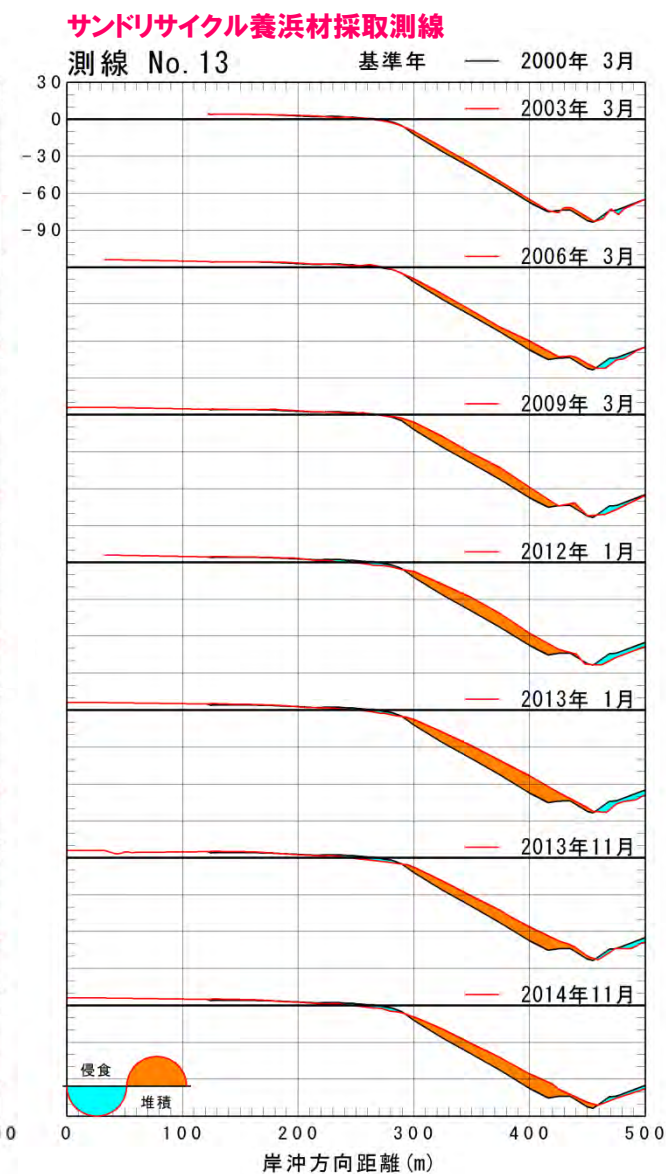
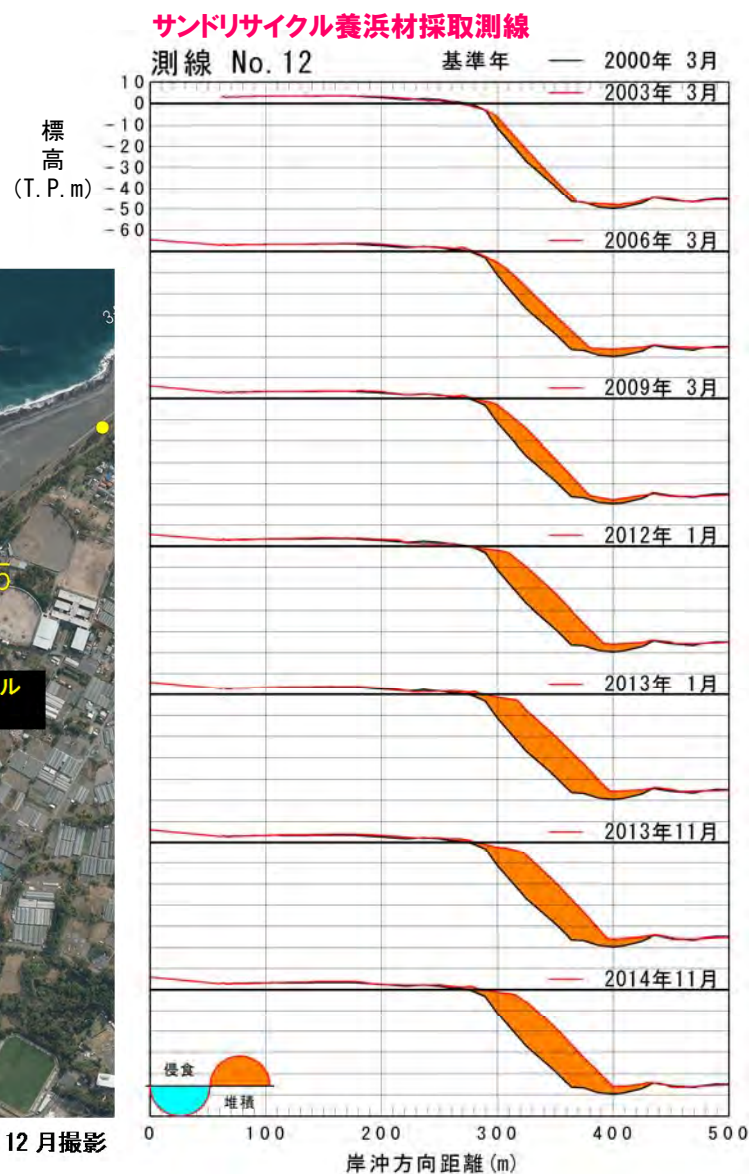
○養浜材採取箇所下手



養浜材採取は堆積傾向であるNo.13～11の範囲で実施しており、採取してもなお、堆積傾向であることから、採取による周辺の侵食は引き起こされていないと考えられる



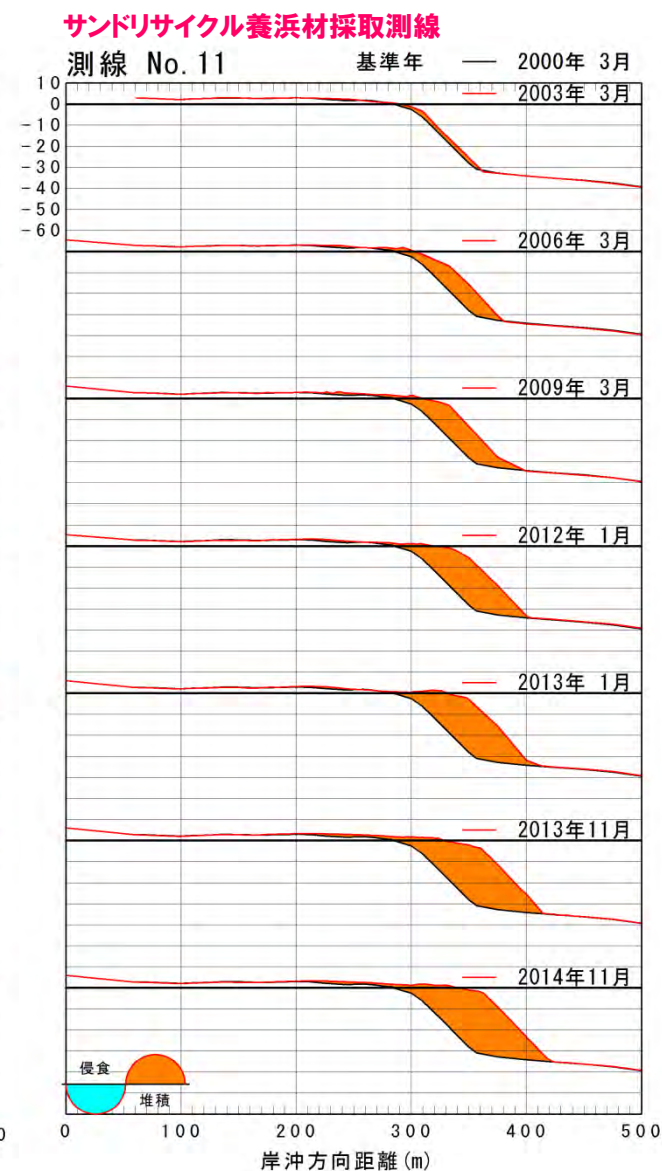
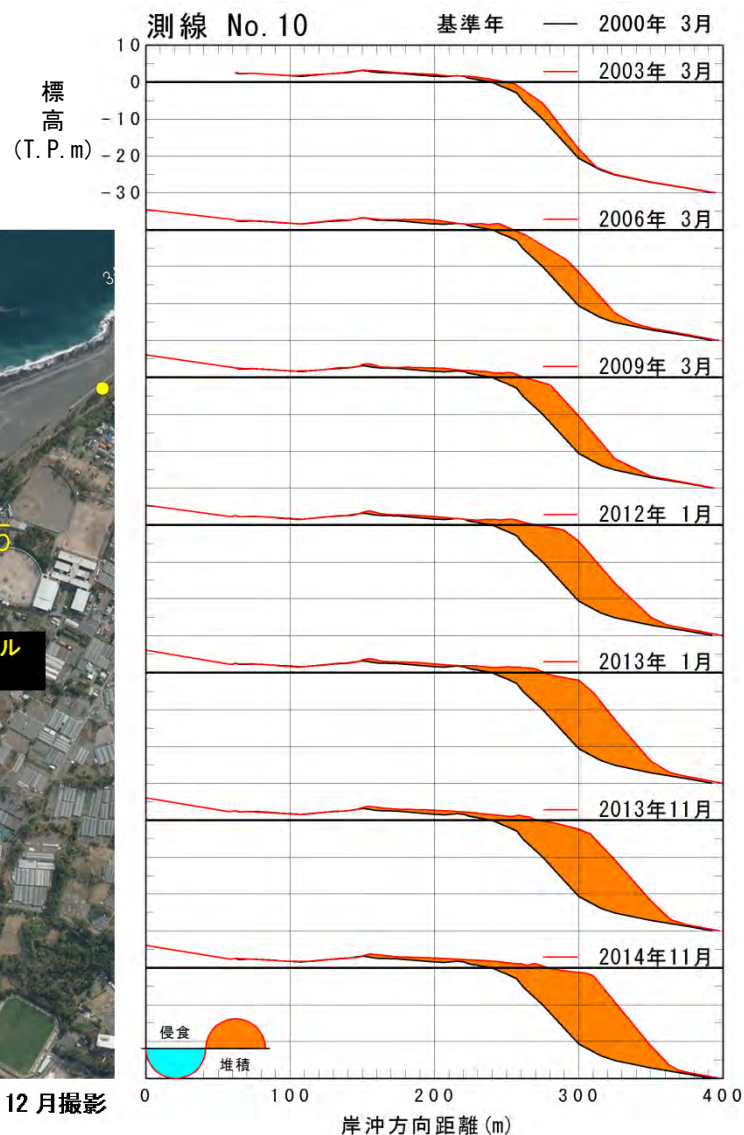
2014 (H26) 年 12 月撮影



養浜材採取は堆積傾向であるNo.13～11の範囲で実施しており、採取してもなお、堆積傾向であることから、採取による周辺の侵食は引き起こされていないと考えられる



2014 (H26) 年 12 月撮影

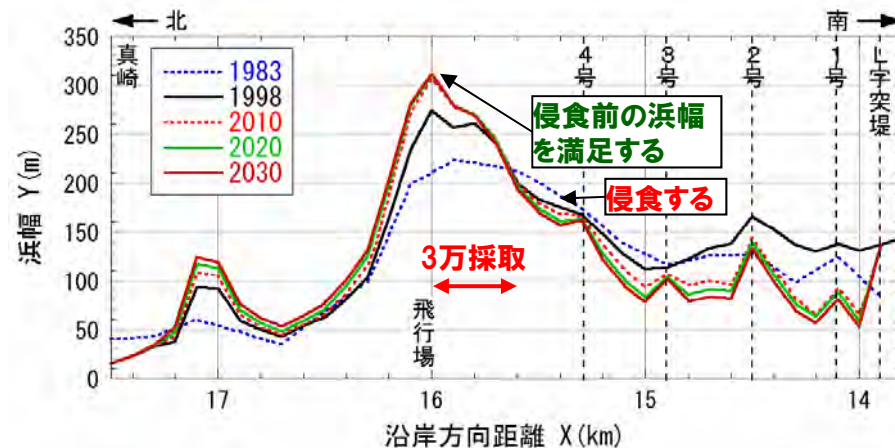


養浜材採取量の既往検討結果 ※平成22年度検討(消波堤区間への養浜量3万m³/年ケース) 73

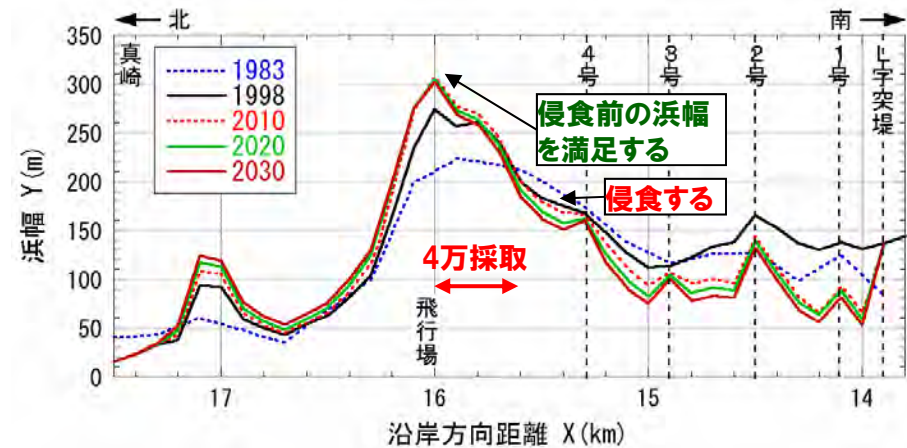
平成22年度の飛行場からの土砂採取可能量の検討シミュレーション結果(20年間)より、5万m³/年の採取の場合においても、飛行場前面では消波堤区間侵食前(1998年)の砂浜幅は概ね満足する。
今後、侵食の進行が予測される4号消波堤下手に養浜材採取の影響を及ぼさないためには、採取箇所を下手方向へ拡大させること等の対応を行う。

●浜幅変化 【共通条件】 1号消波堤下手に養浜2万m³/年、2号消波堤下手に養浜1万m³/年(計3万m³/年)

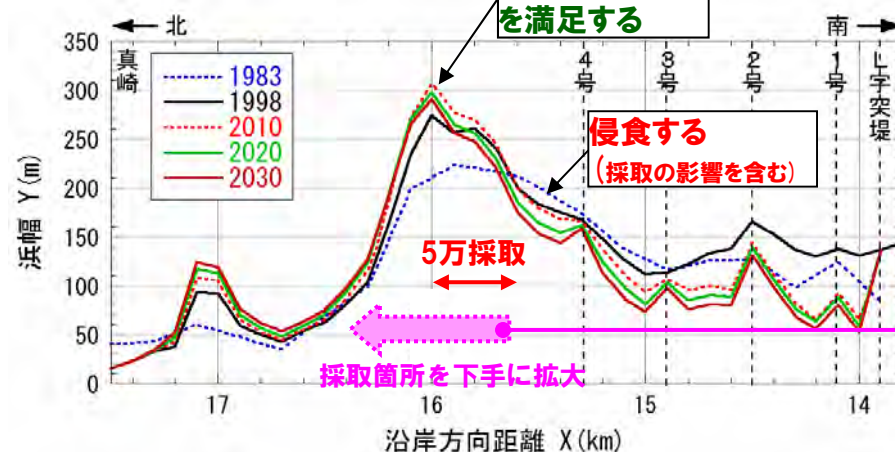
ケース1：3万m³/年採取(※現養浜計画)



ケース2：4万m³/年採取



ケース3：5万m³/年採取



採取量5万m³/年とした場合

□消波堤区間侵食前(1998年)の砂浜幅は満足

□4号消波堤下手の侵食に採取の影響が及ぶ

…>採取箇所を下手に拡大することで対応

⇒景観改善検討での予測結果より、採取箇所を下手に拡大することで5万m³/年採取時においても現状汀線が維持される(前述)
※消波堤区間の養浜量を2万m³/年増量することで、4号消波堤下手～採取箇所前面への土砂供給量も増加

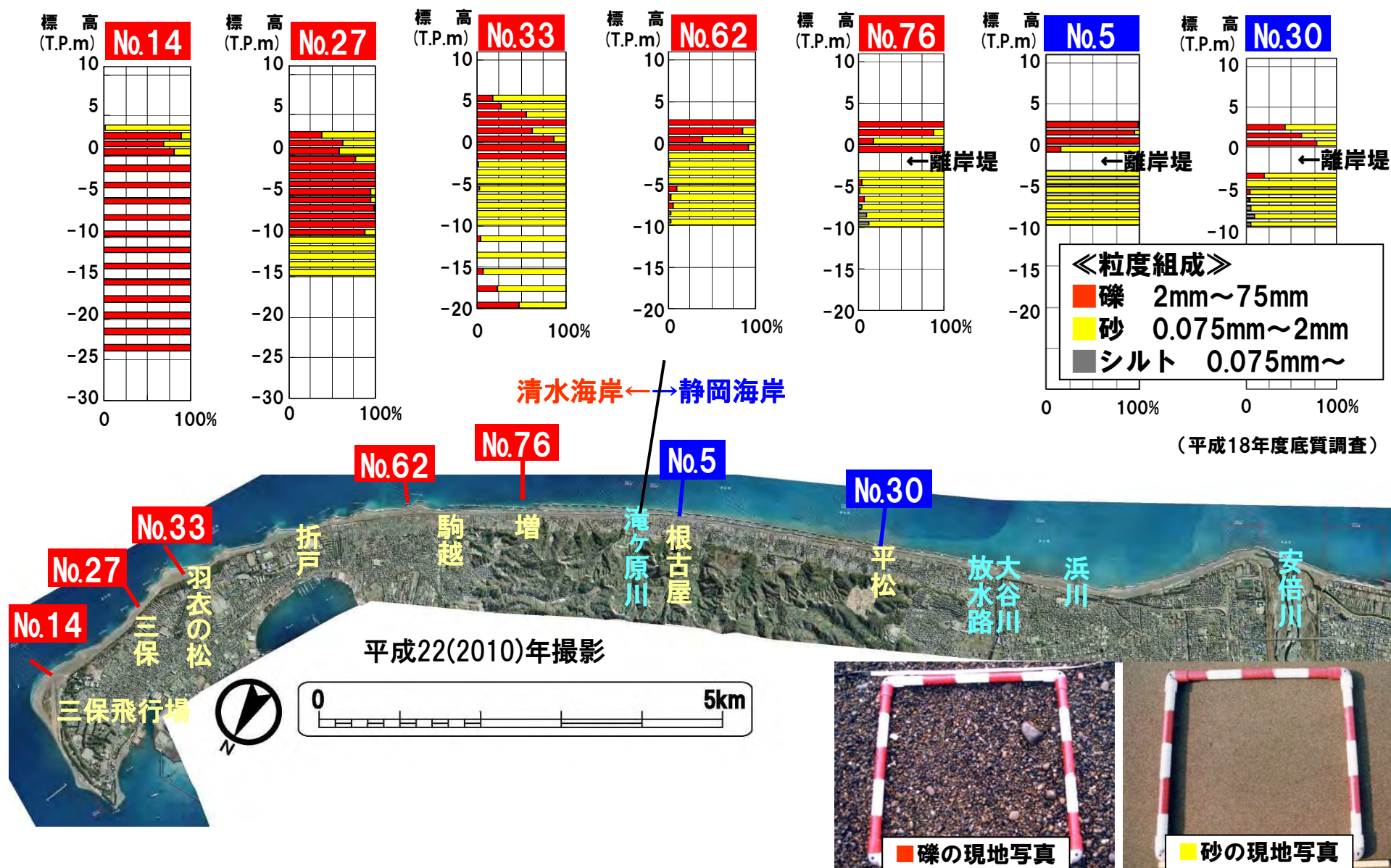
5万m³/年までは採取可能と判断



底質調査結果(平成18年度)

平成25年度第2回侵食対策検討委員会検討資料 75

- ・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18年度調査結果との比較

- ・ 静岡海岸 (No.5) では、離岸堤沖側の水深帯においても礫の分布が確認される
- ・ 離岸堤区間 (No.76)、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7m以浅に礫が分布※
- ・ 1号消波堤下手 (No.27) 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)

