

# 平成25年度 第1回 清水海岸侵食対策検討委員会

検討資料（本編）

平成25年10月16日  
静岡県

## (1) 清水海岸の現状

①モニタリング結果報告

②海岸の状況と緊急的な対応について

## (2) 消波堤区間の景観改善に向けた取り組み

①三保松原白砂青松保全技術会議について

②景観改善対策工法案について

# (1) 清水海岸の現状

## ①モニタリング結果報告



# 清水海岸の航空写真

■L字突堤整備時の1998 (H10) 年と2013 (H25) 年の航空写真を比較



1998 (H10) 年9月

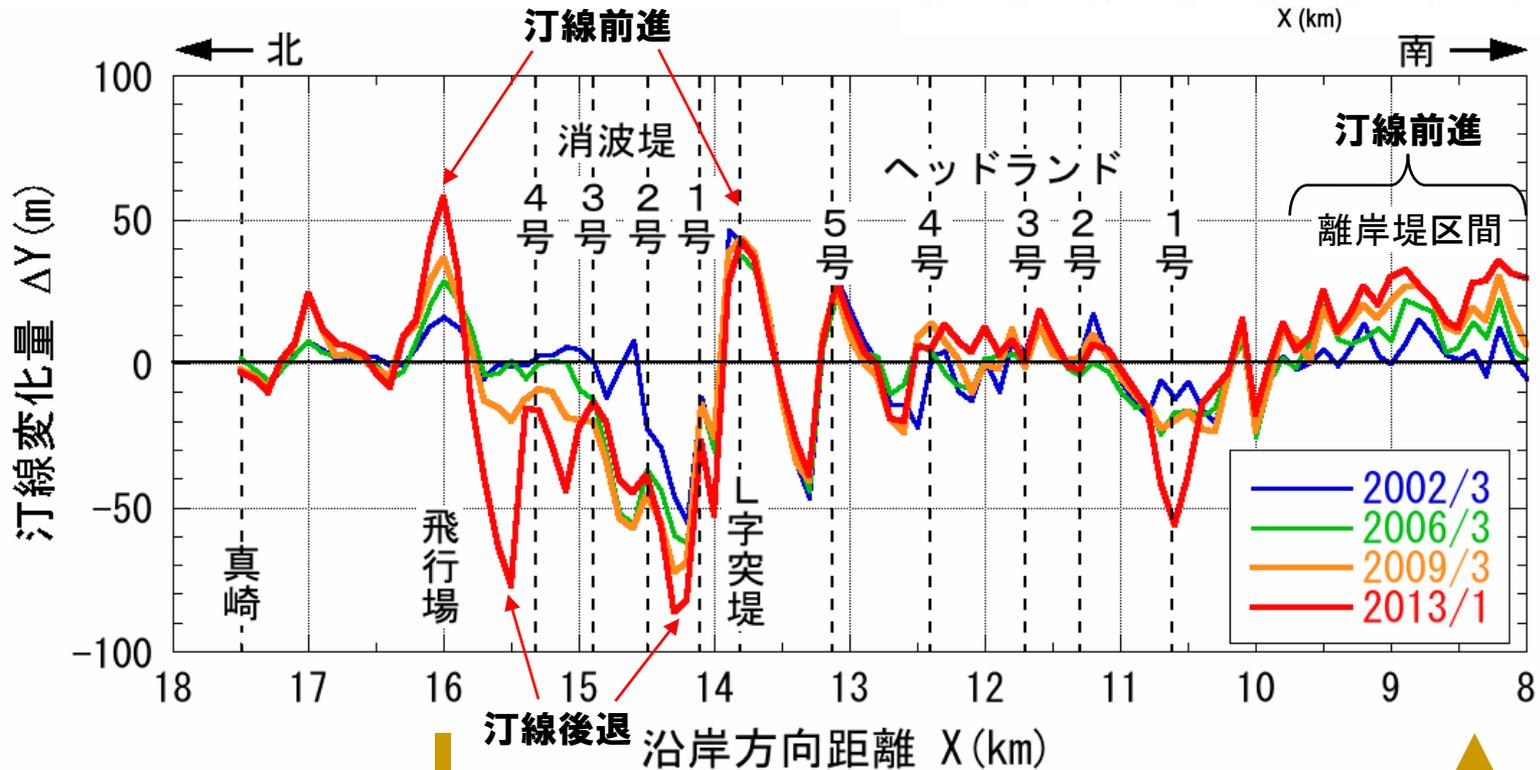
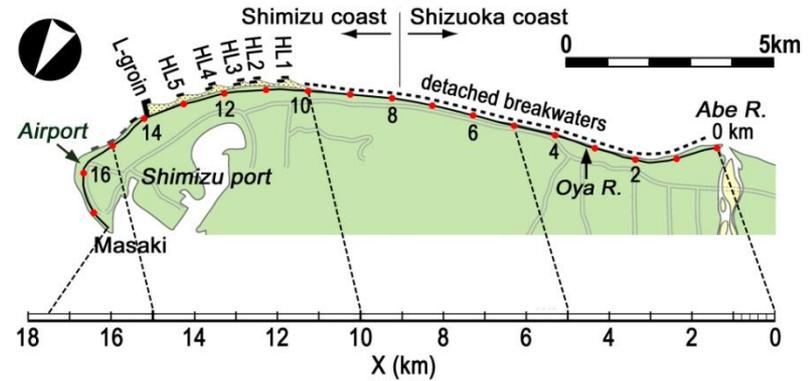
2013 (H25) 年1月

- ・L字突堤の上手で汀線前進
- ・1号消波堤の下手の汀線後退が著しい

# 清水海岸全域の汀線変化量

## ■1998年 (H10) 基準の汀線変化量

- ・ 離岸堤区間は汀線前進傾向
- ・ ヘッドランド、消波堤下手で汀線後退が見られ、近年では特に1号,4号消波堤下手の後退が著しい
- ・ 飛行場前面、L字突堤の先端で汀線前進



リサイクル養浜材採取  
(2007年度～)

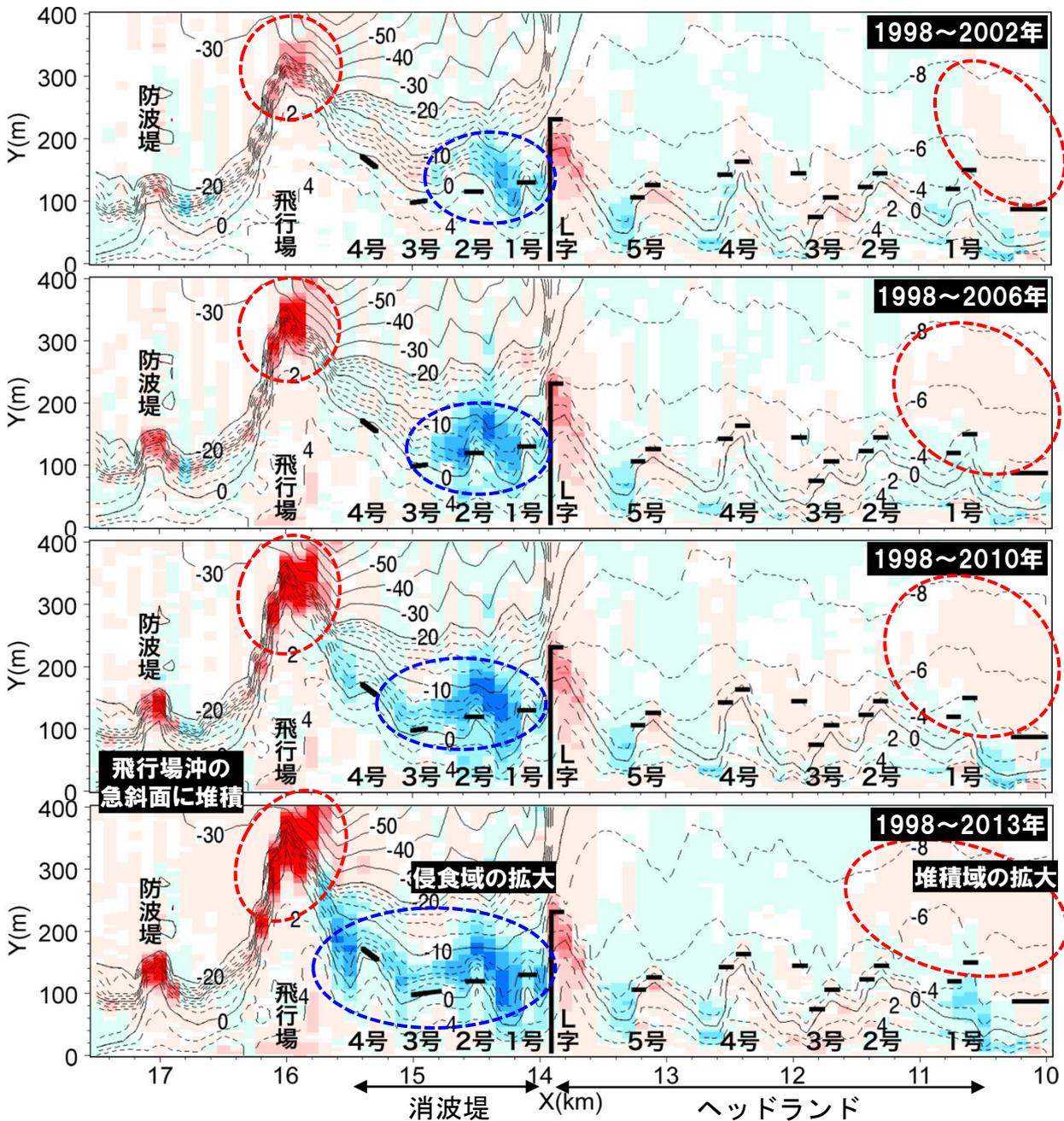
養浜  
(2008年度～)

養浜  
(1998年度～)

養浜  
(1999年度～)

# ヘッドランド区間～真崎の地形変化量の平面分布(1998年基準)

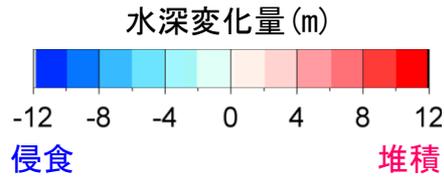
- 1号ヘッドランド沖側の堆積域が北側へ拡大
- 消波堤区間で著しい侵食
- 飛行場前面で堆積



飛行場沖の急斜面に堆積

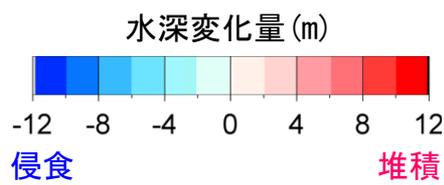
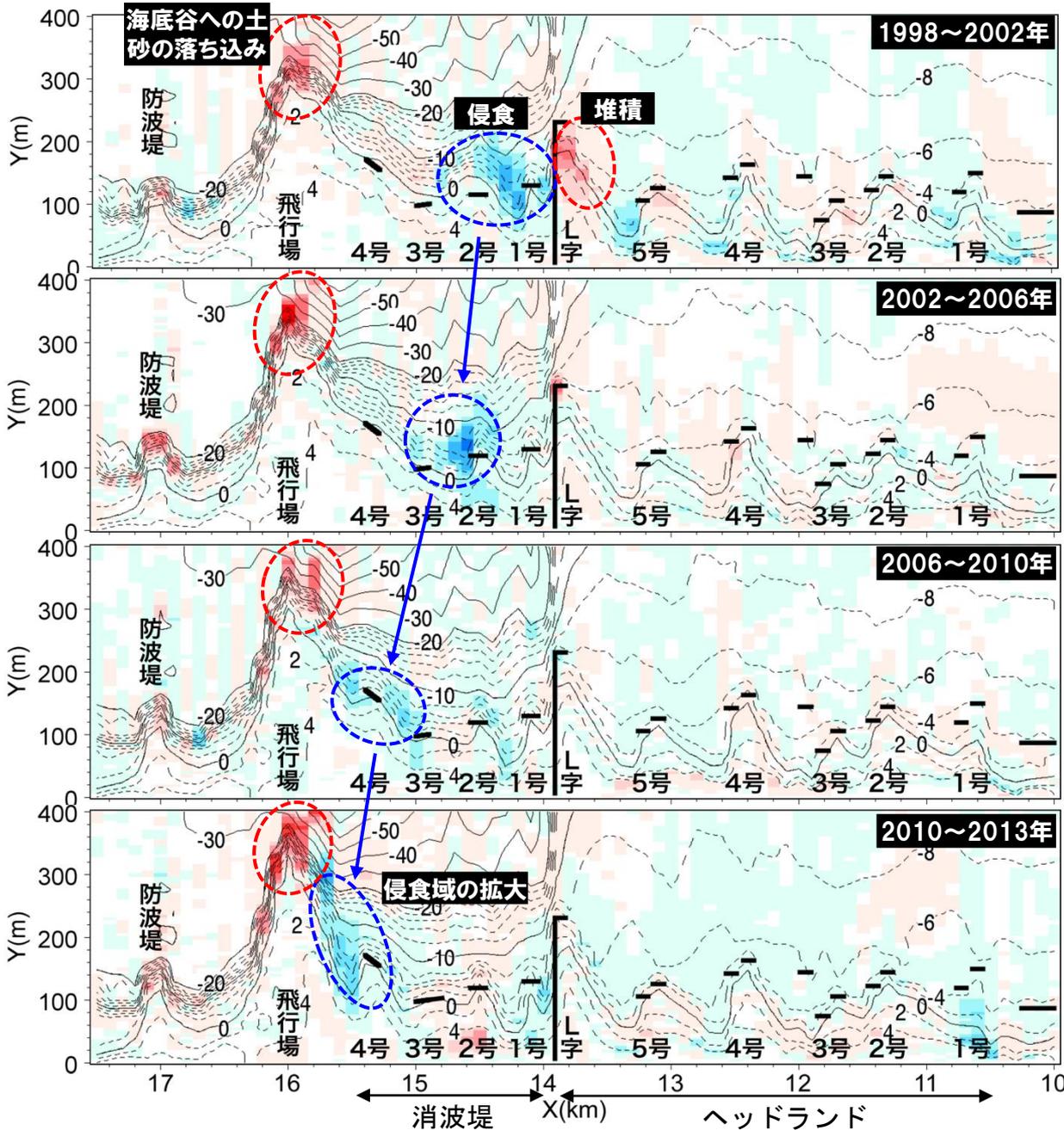
侵食域の拡大

堆積域の拡大



# ヘッドランド区間～真崎の地形変化量の平面分布(4年毎)

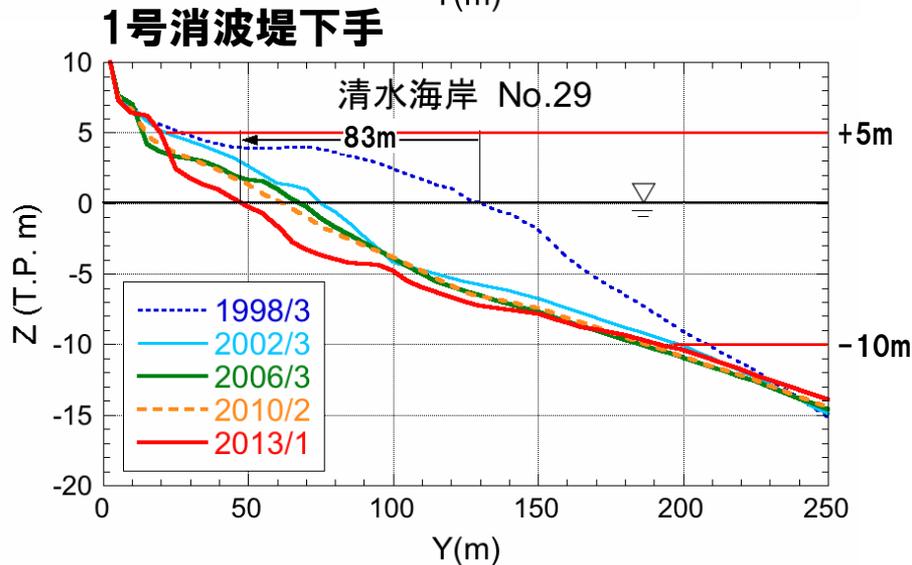
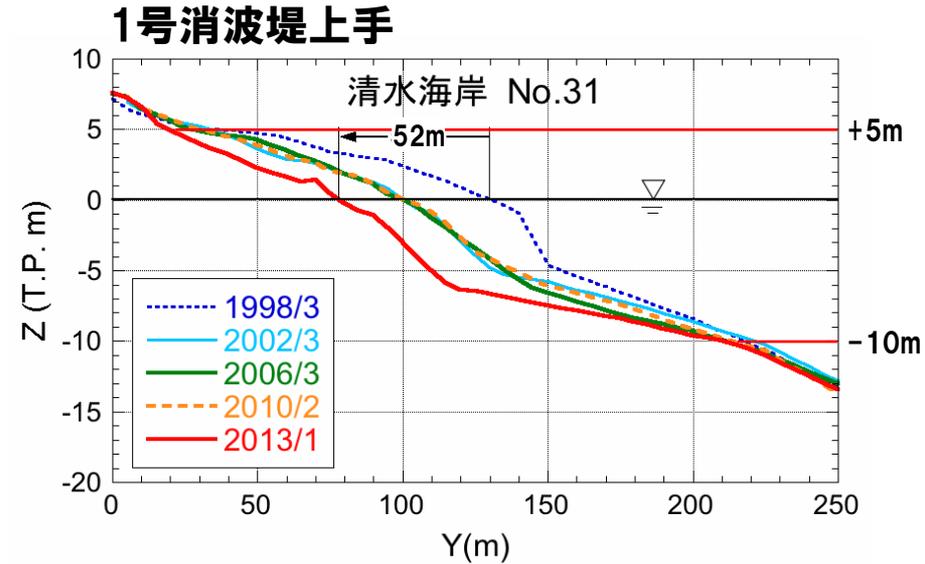
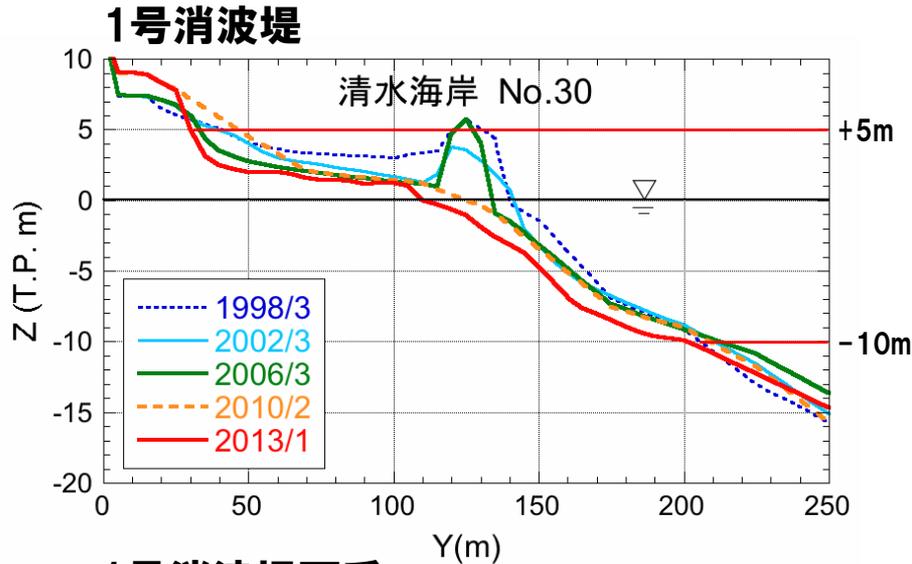
- L字突堤の北側の侵食域が下手へ拡大
- 侵食した土砂の大部分が飛行場前面の海底谷に流出



# 1号消波堤周辺の海浜断面変化

## ■ 1号消波堤周辺

- 消波堤の上手と下手で汀線が著しく後退し、標高+5m~-10mの範囲で侵食
- 消波堤設置箇所の汀線後退量は抑制されているが、消波堤周囲の地盤が低下



写真：2013 (H25) 年1月撮影

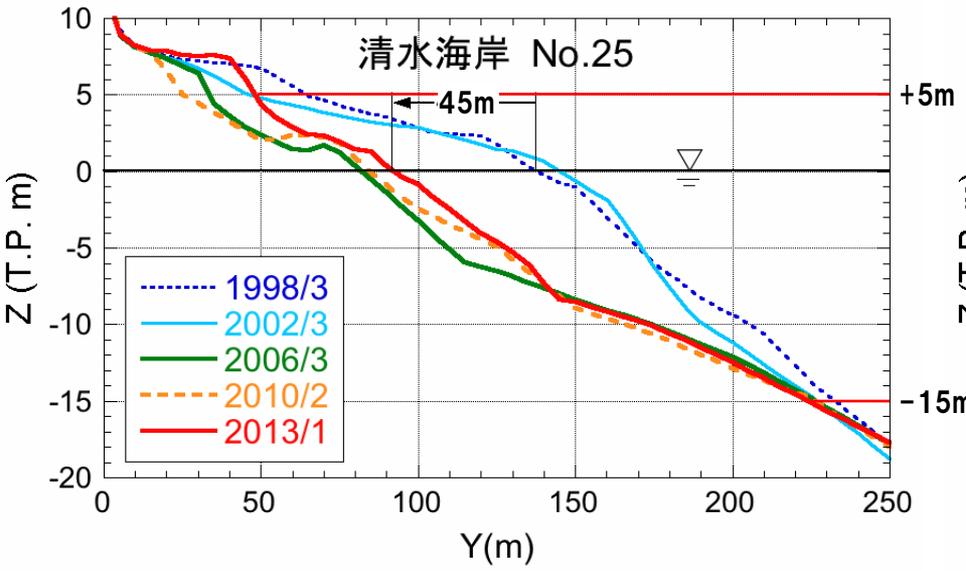
養浜 (2012年1-3月, 11-12月)

# 2号消波堤周辺の海浜断面変化

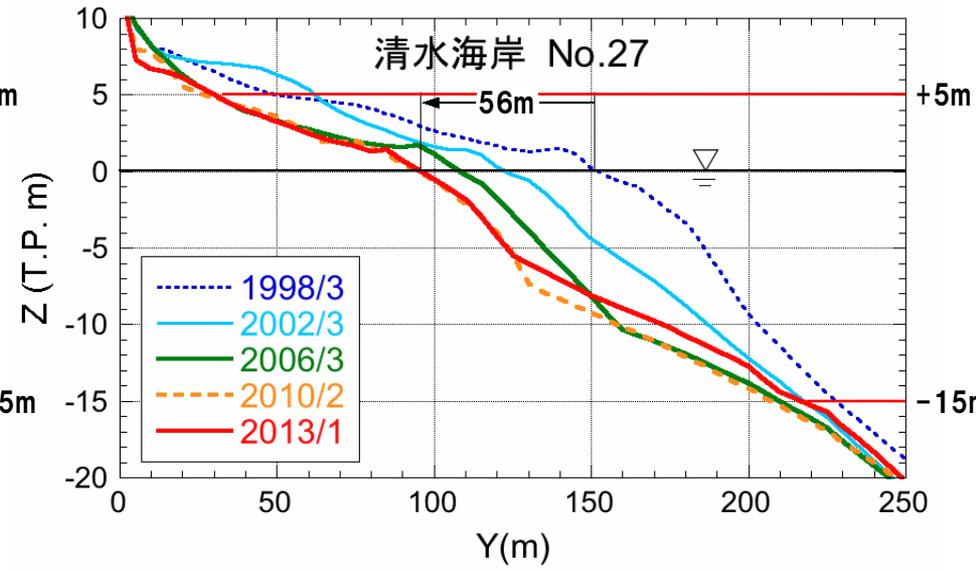
## ■2号消波堤周辺

- ・消波堤の上手と下手で汀線が著しく後退し、標高+5m~-15mの範囲で侵食

### 2号消波堤下手



### 2号消波堤上手

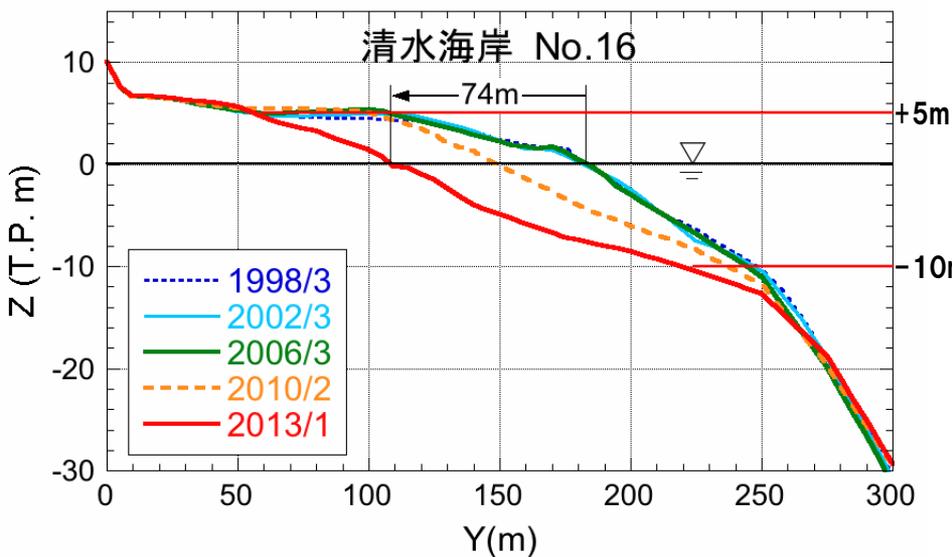


# 3,4号消波堤下手の海浜断面変化

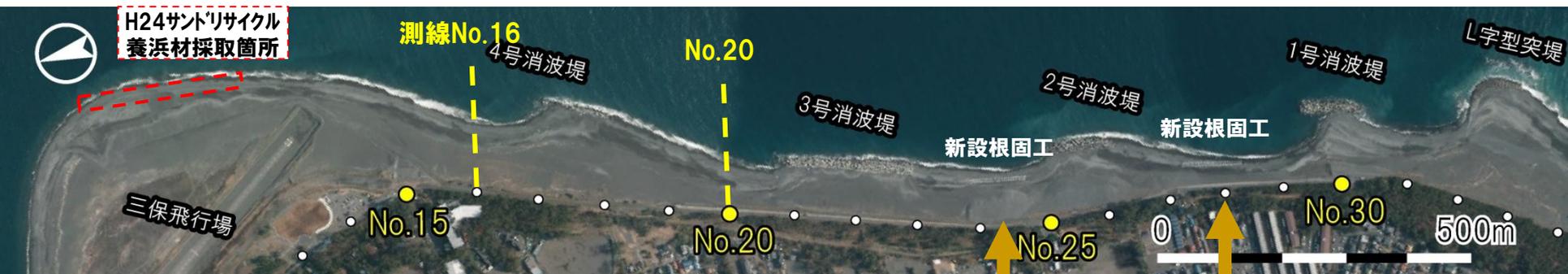
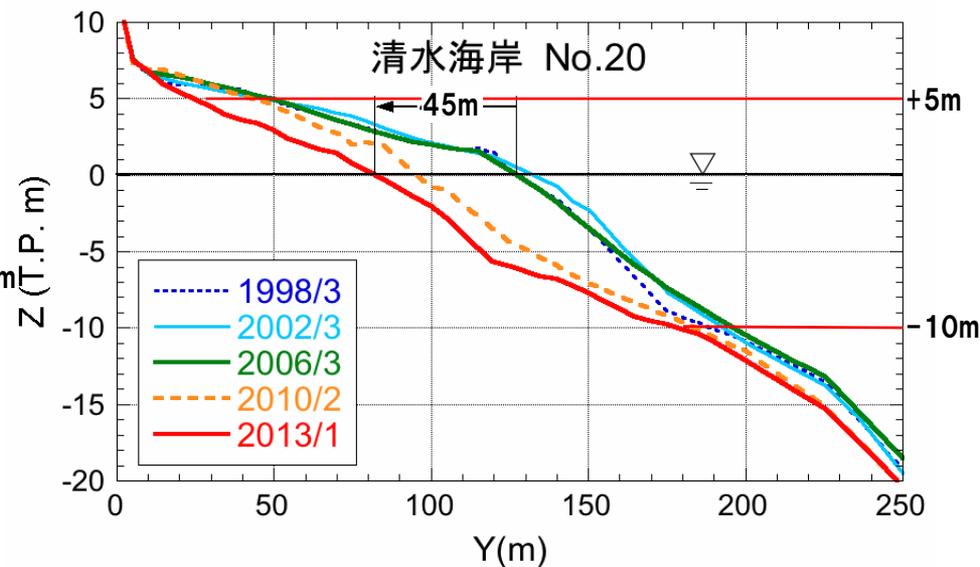
## 3,4号消波堤下手

- 消波堤の下手で汀線が著しく後退し、標高+5m~-10mの範囲で侵食

### 4号消波堤下手



### 3号消波堤下手



養浜 (2012年1-3月, 11-12月)

写真: 2013 (H25) 年1月撮影

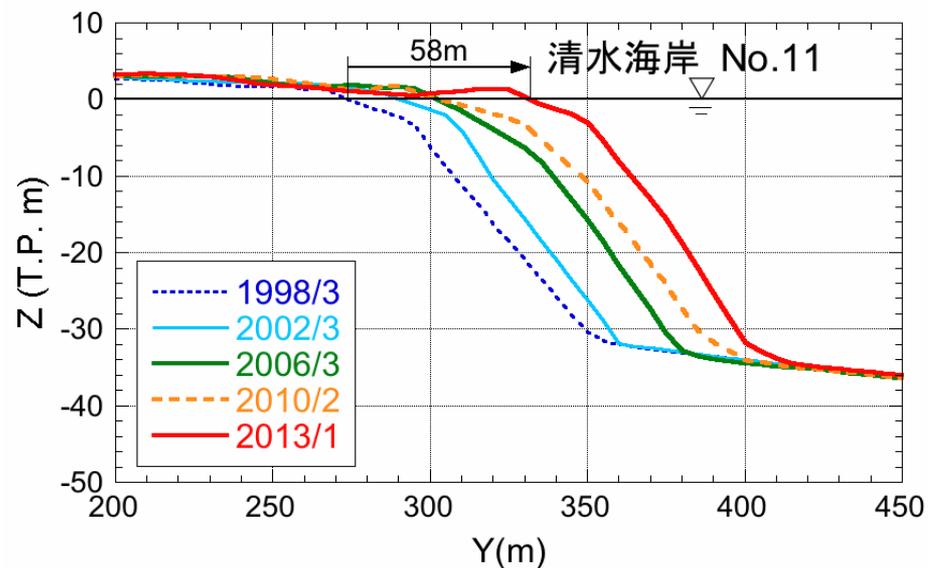
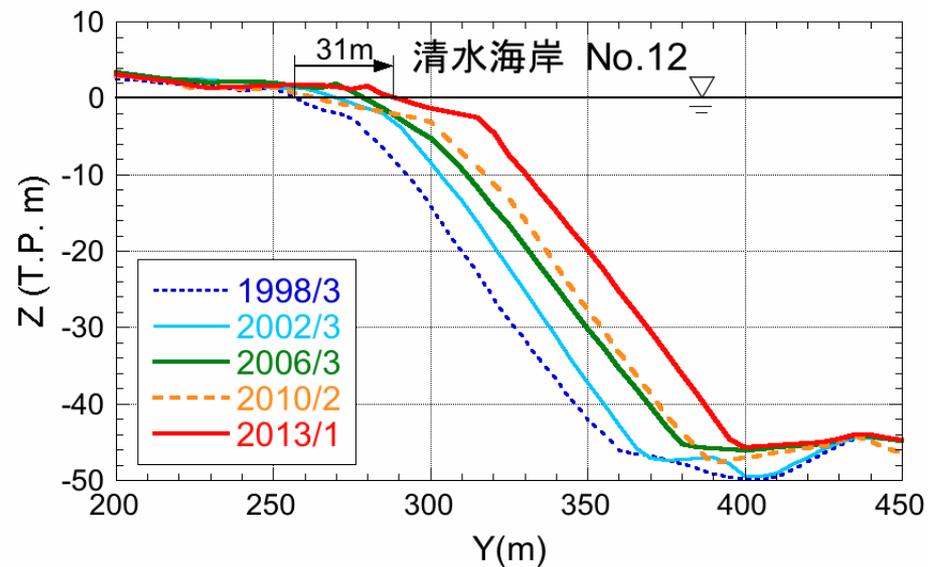
# 三保飛行場前面の海浜断面変化

## ■三保飛行場前面

- ・ 標高-30m~-50m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



写真：2013 (H25) 年1月撮影



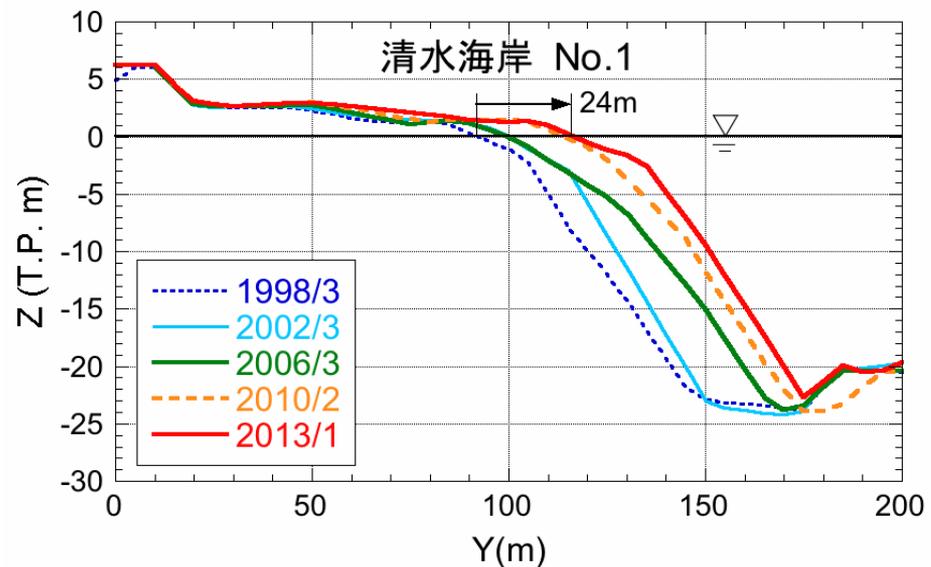
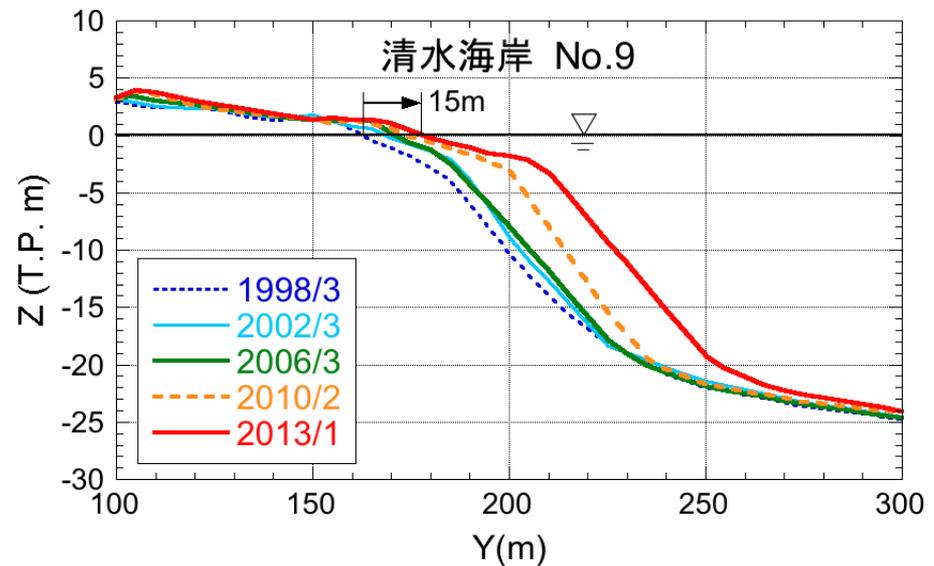
# 三保飛行場下手の海浜断面変化

## ■三保飛行場下手

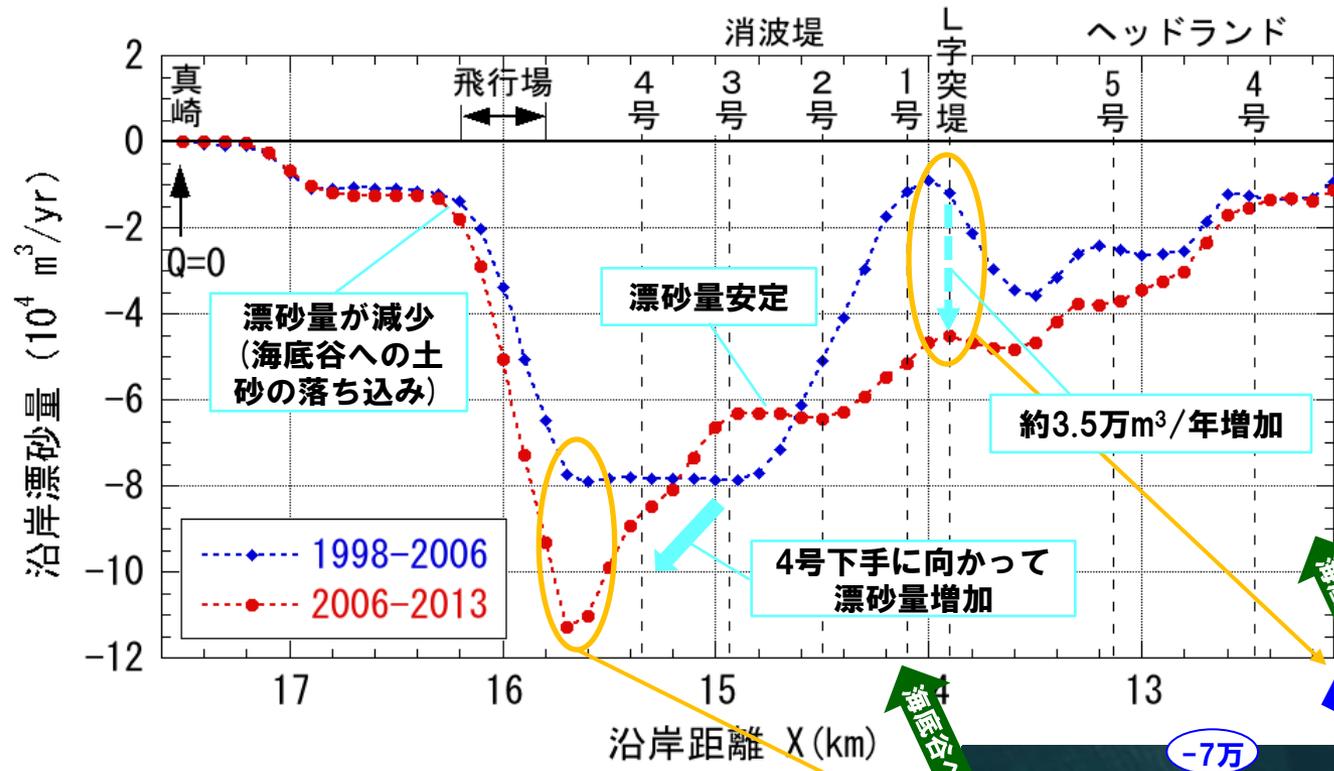
- ・陸上部の堆積はわずかだが、水中部では標高約-20mまで土砂が落ち込み、堆積が進行



写真：2013 (H25) 年1月撮影



# 沿岸漂砂量分布の推定

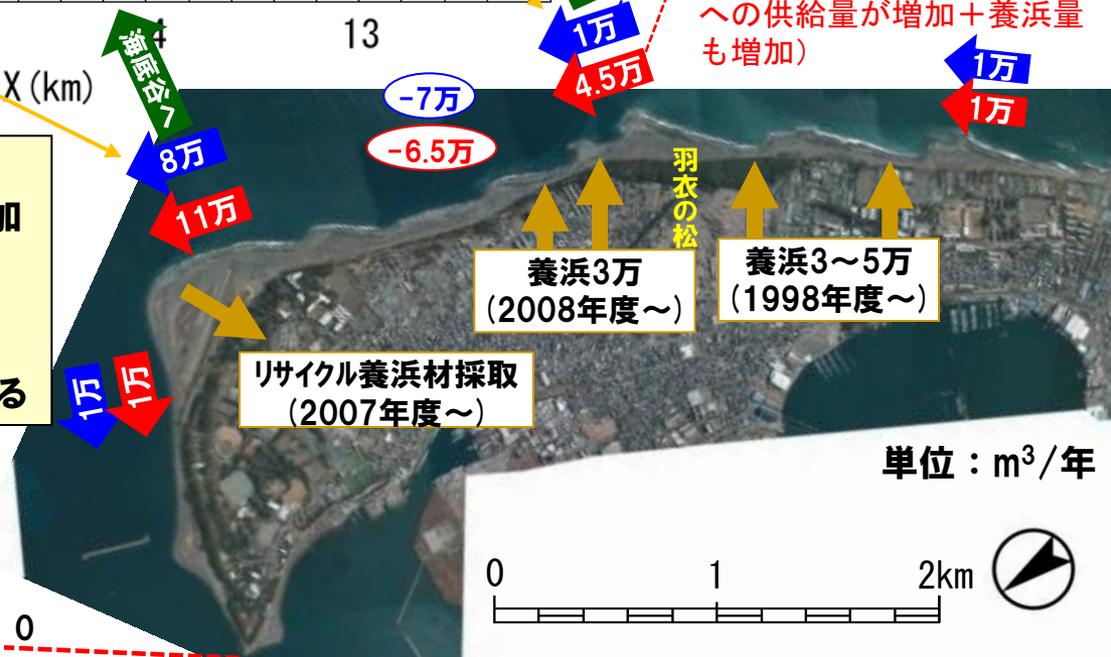


■ サンドリサイクル開始前後の年間沿岸漂砂量の推定

【推定方法】  
真崎を通過する沿岸漂砂量はほぼ0と仮定し、深浅測量データから南向きに地形変化量の累積値を求めることによって推定

1998-2006  
(L字突堤上手の堆積が進行 → 下手への供給なし)

2006-2013  
(L字突堤上手で飽和 → 下手への供給量が増加 + 養浜量も増加)



- 1998-2006年と2006-2013年の比較
  - ・ L字突堤での通過漂砂量が約3.5万 $\text{m}^3$ /年増加
- 2006-2013年について
  - ・ 消波堤2,3号間は漂砂量が安定
  - ・ 4号下手に向かって漂砂量が増加
  - ・ 砂嘴先端部では土砂の落ち込みが続いている

## ②海岸の状況と緊急的な対応について



台風18号来襲時の1号消波堤の様子(9月16日)

# 波浪データ(2011年～2013年)

台風18号【9月16日9時】

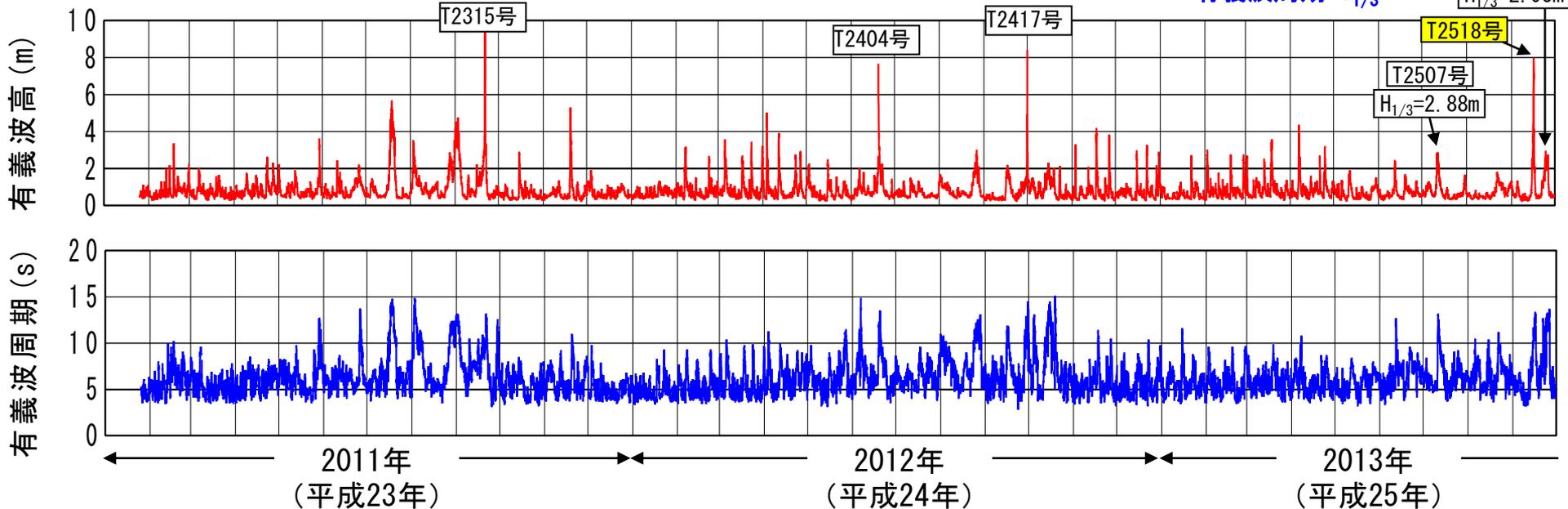
久能観測所では、平成12年に観測を開始してからの波高上位5位を観測した

## ■久能観測所の波高順位(2000(H12)年～2013(H25)年9月)

順位	気象要因	有義波高(m)	有義波周期(s)	最大値観測時刻
1位	2011年台風15号	10.11	12.4	2011/9/21 15時30分
2位	2012年台風17号	8.40	13.7	2012/9/30 22時
3位	2002年台風21号	8.37	16.4	2002/10/1 20時
4位	2009年台風18号	8.13	13.7	2009/10/8 7時
5位	2013年台風18号	7.97	13.1	2013/9/16 9時
6位	2012年台風4号	7.67	13.5	2012/6/19 24時



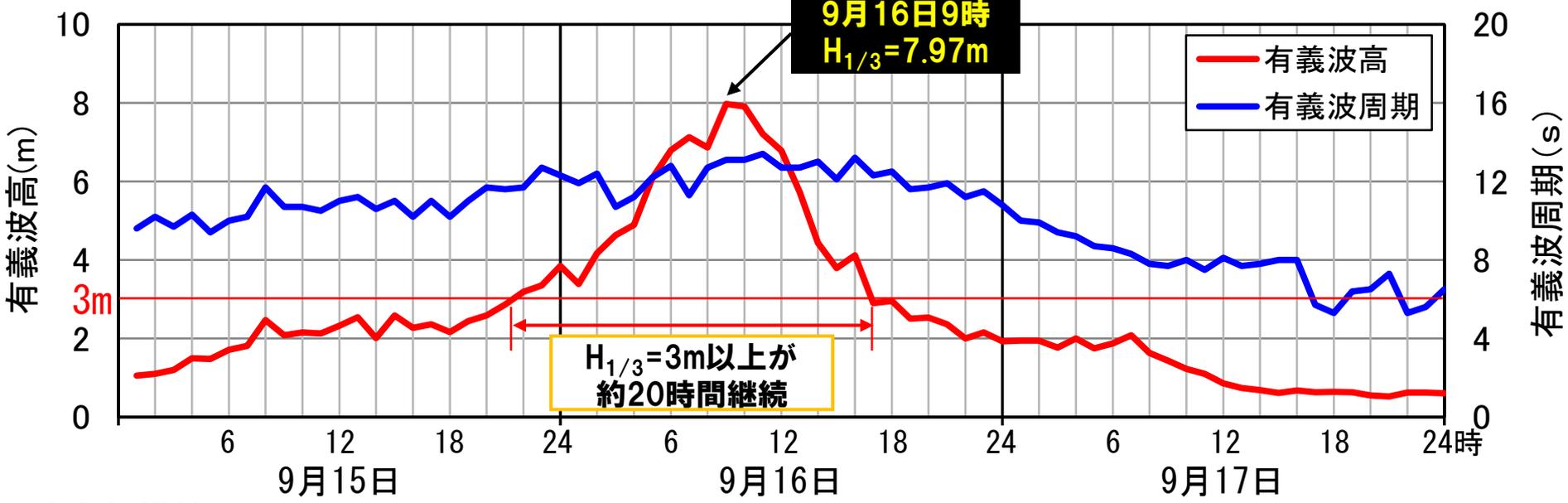
期間：2011(H23)年1月1日～2013(H25)年9月30日



# 波浪データ(台風18号来襲時)

## 久能沖波浪データ

期間：2013年9月15日～2013年9月17日



## 波高規模等

	波高 $H_{1/3}$ , 周期 $T_{1/3}$	波高規模*	波向	その他	石廊崎波浪
台風18号	7.97m, 13.1s	10～20年 確率波相当	S	<ul style="list-style-type: none"> <li>久能で観測開始から波高上位5位</li> <li>有義波高3m以上が約20時間継続</li> <li>安倍川出水量(手越)(近10年で4位) (ピーク流量2,121m<sup>3</sup>/s)</li> </ul>	ピーク時波高 $H_{1/3}$ : 9.8m

※波高規模の評価は石廊崎のデータを使用



・平成24年台風4号,17号時の高波浪により養浜材が流出し、堤防基礎が露出した→養浜の実施

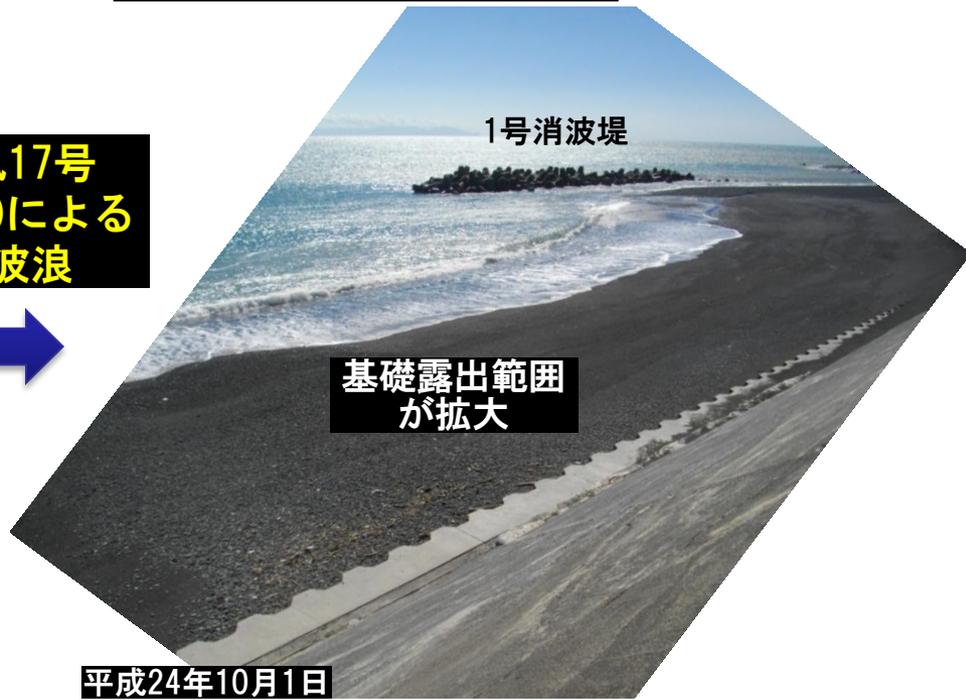
## ■1号消波堤下手

・平成24年台風4号来襲後

・平成24年台風17号来襲後



台風17号  
(9/30)による  
高波浪



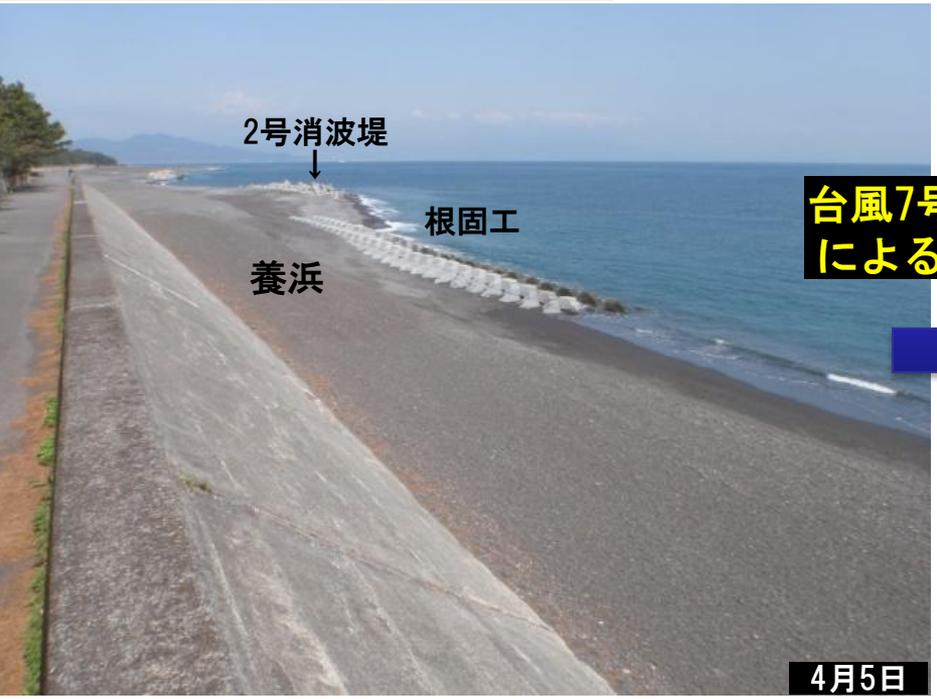
# 消波堤区間の状況(平成25年台風7号)

・3月の養浜完了後、台風7号等の高波浪により養浜材が流出し、堤防基礎が露出した

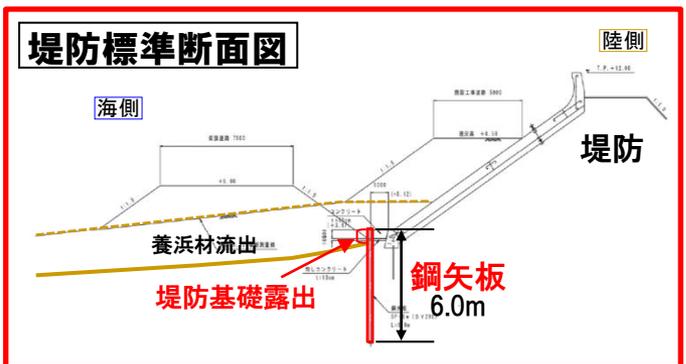
## ■1号消波堤下手

・サンドリサイクル養浜実施後

・台風7号来襲後



台風7号(7/11)による高波浪



写真：2013 (H25) 年1月撮影

# 消波堤区間の緊急対策

・台風7号による堤防基礎の露出箇所に、袋詰玉石工を実施し、養浜材の埋め戻しを行った

## ■1号消波堤下手

・袋詰玉石の設置

・養浜材の埋め戻し

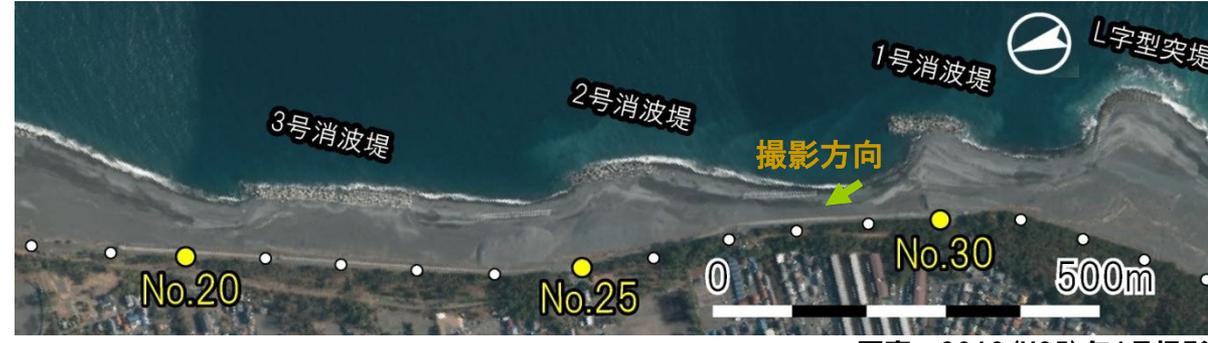
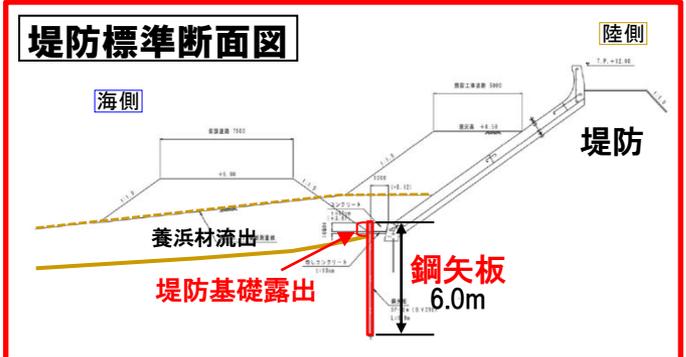
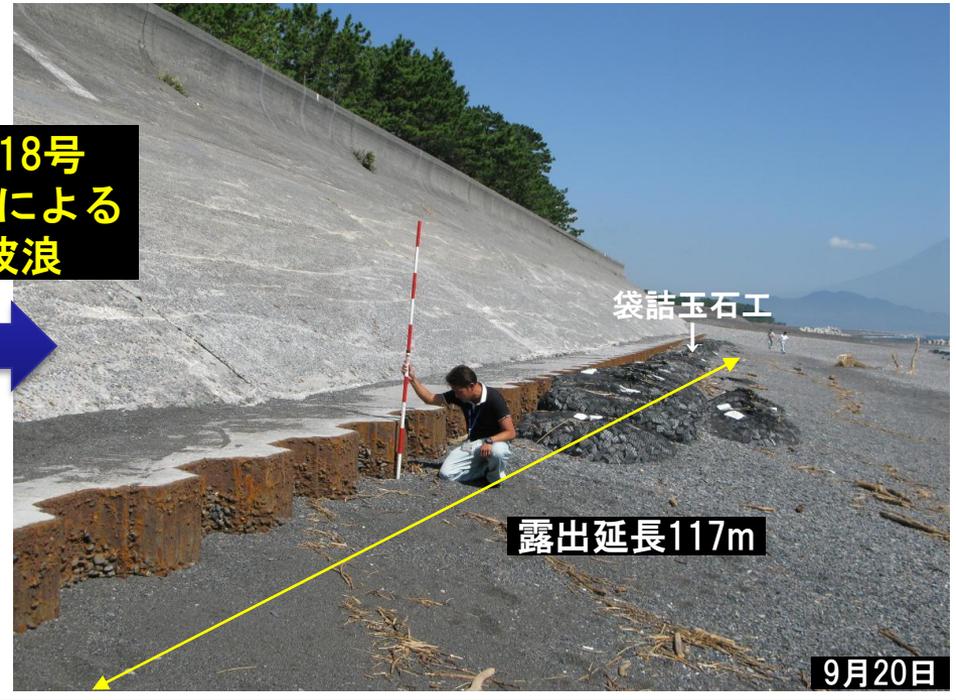
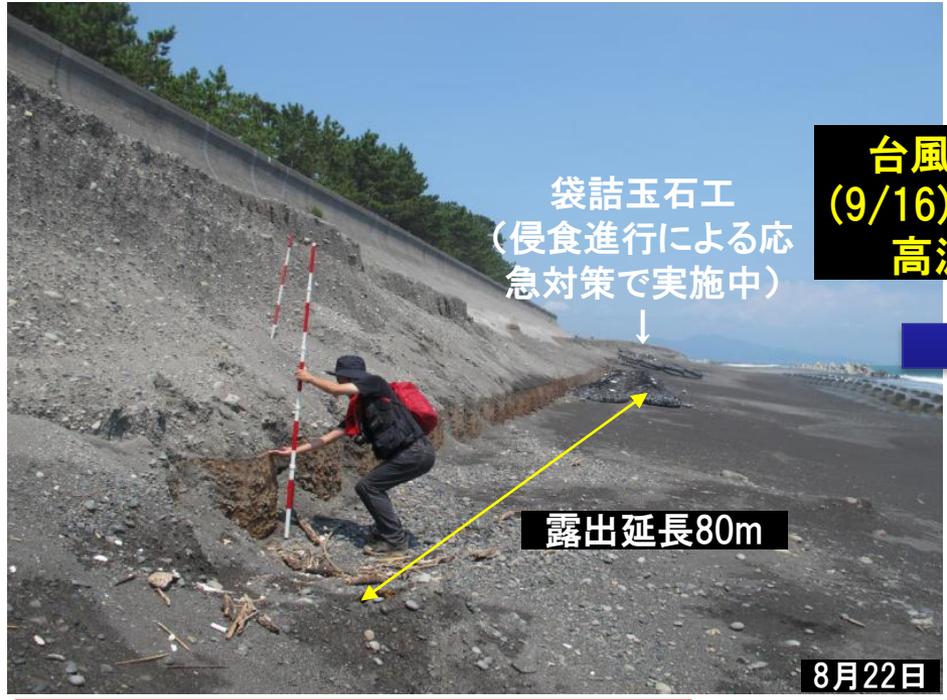


・台風18号の高波浪により、堤防基礎露出範囲が80mから117mに拡大

## ■1号消波堤下手

台風来襲前

台風来襲後



・袋詰玉石工の実施により堤防基礎部へ波が直接作用することを防いだ

## ■1号消波堤下手

### 台風来襲時の状況



- ・ L字突堤上手側に遡上した波が縦堤を越えて下手側に通過

## 台風来襲時の状況



・ L字突堤上手側に遡上した波が縦堤を越えて下手側に通過（上手側の土砂が下手側に移動）

## 台風来襲前

## 台風来襲後

台風18号  
(9/16)による  
高波浪

土砂が下手に流出し、  
新たな土砂が堆積

7月24日

9月20日



- ・ L字突堤上手側に遡上した波が縦堤を越えて下手側に通過（上手側の土砂が下手側に移動）

右写真拡大



横堤背後から縦堤の基部付近に堆積していた土砂が移動

右写真拡大



台風来襲前

L字突堤



9月13日14時  
(潮位T.P.+0.5m)

台風来襲後

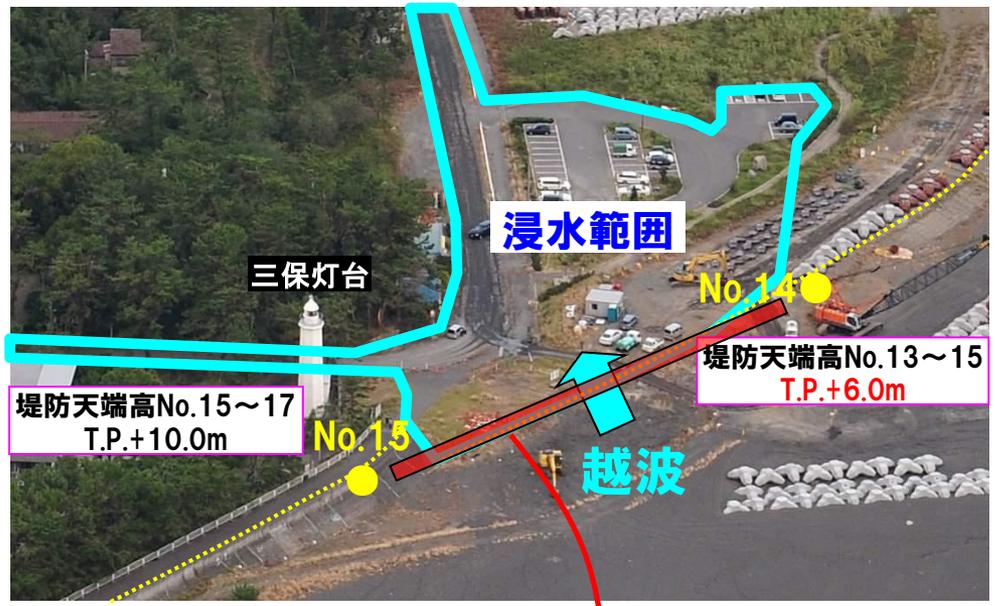
L字突堤



9月17日10:30  
(潮位TP.-0.45m)

# 三保灯台付近の越波対策

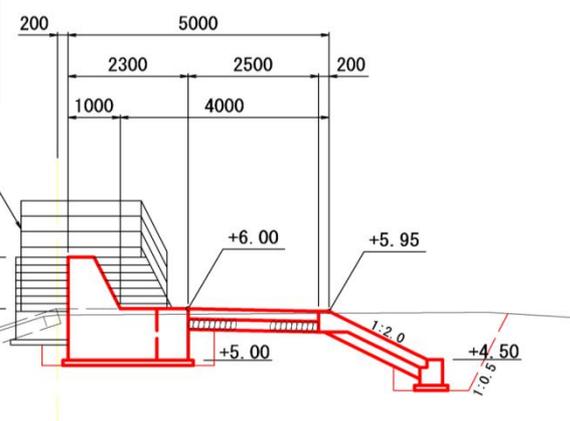
・平成23年台風15号来襲時に4号消波堤下手の緩傾斜堤区間で越波被害が生じたため、**越波対策として、堤防嵩上げを実施**



## ■完成状況



・越波防止性能及び経済性を考慮し、緊急的にパラペット(波返工)による嵩上げを実施



天端高を1m嵩上げ



・堤防前面まで波浪が遡上したが、堤防嵩上げにより越波被害は生じていない

## 台風来襲前

## 台風来襲時



・堤防前面まで波浪が遡上したが、堤防嵩上げにより越波被害は生じていない

台風来襲前

台風来襲後



## (2) 消波堤区間の景観改善に向けた取り組み

### ① 三保松原白砂青松保全技術会議について



第1回 三保松原白砂青松保全技術会議の様子(9月10日)

# 世界遺産構成資産・名勝の範囲



## 名勝三保松原規制地区(文化財保護法)

- 特別規制(A地区): 海岸の浜地 ↔ 砂浜が該当
- 特別規制(B地区): 松林
- 第1種規制地区: 特B地区の周囲にあって松が生育している範囲
- 第2種規制地区: さらに第1種規制地区の外側にあって松が散在する地域
- 第3種規制地区規制の緩衝地域

## 世界文化遺産構成資産

- コアゾーン(顕著な普遍的価値を証明する上で不可欠な要素(文化財)) ↔ 砂浜が該当
- バッファゾーン(資産の効果的な保護を目的として、推薦資産を取り囲む地域に設けるもうひとつの保護の網) ↔ 海域が該当

# イコモスによる勧告（H25.4）

## イコモスの評価結果及び勧告より抜粋

### （4. 資産に対する影響因子）

三保松原から富士山に対する展望は潜在的に問題である、とイコモスは考える。著名な広重の版画に見られる展望地点ではあるが、複数の関連する展望地点が存在し、そのうちのいくつかは、**消波堤（計5箇所。そのうちの4箇所は、海岸線と海面との接点に顕著な「小丘」を形成している。）が存在するため、美しさの観点から望ましくない。**しかし、色彩・形態の観点から自然的な景観に馴染ませるための努力が行われてきた。

海岸線と海面の接点に形成された「小丘」⇒



## 富士山の世界遺産一覧表の記載審議に係る決議の概要

（わが国への要請事項）

2016年の第40回世界遺産委員会において審査できるように、2016年2月1日までに世界遺産センターに保全状況報告書を提出すること。 報告書には、文化的景観の手法を反映した資産の総合的な構想（ヴィジョン）、来訪者戦略、登山道の保全手法、情報提供戦略、危機管理戦略の策定に関する進展状況を含めるとともに、管理計画の全体的な改定の進展状況を含めること。

# 会議設立の趣旨

2013年4月 イコモスによる勧告

2013年6月 ユネスコ世界遺産委員会決議

## 三保松原

イコモスによる勧告で指摘があった「望ましくない景観」の改善に取り組む

## 三保松原 白砂青松保全技術会議

海岸工学と景観・文化財保護の両面から、世界遺産構成資産にふさわしい保全施設整備案を議論

具体的な景観改善対策を提案

・ シンポジウムなどの開催

清水海岸侵食対策検討委員会（既存）

・・・ 詳細検討、合意形成

検討結果を反映

2016年2月 「保全状況報告書」提出（包括的保存管理計画の全体的な改定）

# 第1回三保松原白砂青松保全技術会議の開催

**開催日時** 平成25年9月10日

## 委員構成

近藤誠一	学識（文化財）	前文化庁長官	座長
難波喬司	学識（海岸・文化）	国土交通省官房技術総括審議官	副座長
佐藤慎司	学識（海岸）	東京大学工学系研究科社会基盤学専攻教授	※欠席
篠原 修	学識（景観）	東京大学名誉教授	※欠席
杉本隆成	学識（海洋）	東京大学名誉教授（清水海岸侵食対策検討委員会委員長）	
宇多高明	学識（海岸）	日本大学客員教授（清水海岸侵食対策検討委員会委員長代理）	
岡田智秀	学識（景観）	日本大学理工学部 准教授	
五十嵐崇博	行政（国）	国土交通省中部地方整備局河川部長	
本中 眞	行政（国）	文化庁文化財部記念物課主任文化財調査官	※欠席
森山誠二	行政（県）	静岡県副知事	
山本克也	行政（市）	静岡市副市長	

## 事務局側出席者

川勝静岡県知事、長島交通基盤部長  
鈴木河川砂防局長、伊藤静岡土木事務所長ほか

**議 事** (1) 会議設立の背景

(2) 海岸保全への取り組み経過

(3) 防護・景観等に関する基本情報

(4) 景観改善方法の検討



## 「三保松原」及びその周辺

○海浜、松林、神社、駐車場、売店、道路・・・

### 海浜部

- 主な課題 海岸侵食対策と景観の両立
- 検討主体 静岡県（交通基盤部）

### 検討体制

#### 三保松原白砂青松保全技術会議

- 海岸工学と景観・文化財保護の両面から、世界遺産構成資産にふさわしい保全施設整備案を提案・助言
- 海岸工学・文化財保護・景観などの専門家、国・県・市の代表者で構成
- 議論の場を公開することにより、国内外へ情報発信

提案  
助言



#### 清水海岸侵食対策検討委員会

- 検討会議の提案・助言を踏まえ、詳細な検討と地元意見の反映と調整をおこなう
- 学識者、地元代表、関係団体代表、国・県・市関係者で構成
- 平成25年度中に対策案を決定

2016年2月

「保存状況報告書」提出

# 目指すべき海岸の姿

## 基本理念

「背後地の防護」と「芸術の源泉にふさわしい景観」の両立

### 【防護】

現在の防護水準を確保

50年に1回の波浪に対して背後地への越波を防ぐとともに、想定される津波から背後地を防護する

### 【景観】

絵画などに描かれた景観を回復

世界文化遺産構成資産としての本質的価値である「富士山、松林、砂浜、海」の組み合わせにより景観を構成する



# 景観改善における配慮すべき点

## 防 護

### 現 状

消波堤と養浜によって必要最低限の砂浜を概ね維持している。  
 砂浜の波浪低減効果と海岸堤防により、50年確率波に対する安全度を確保。  
 部分的に必要浜幅を割り込む範囲が見られており、モニタリングと順応的対応を実施。  
 L1津波、L2津波に対しては海岸堤防（無堤部は地盤）により高さを確保。

**対応** 50年確率波に対する安全度を維持するため、必要な砂浜幅を確保。  
 順応的な管理体制をおこなうための監視体制を維持する。  
 現在の海岸堤防の機能を維持する。

## 利 用

### 現 状

三保松原への観光客は近年微増傾向にあったが、世界文化遺産登録以降は爆発的に増加。  
 海岸線近くでシラス漁が盛んにおこなわれている。施設整備により漁場が失われた経緯があり、現在もブロック飛散や養浜材による濁りなどの問題が発生している。  
 消波施設間の砂浜で、地引網や投げ釣りなどがおこなわれている。

**対応** 漁業への影響を極力抑える。  
 観光客へ十分に配慮する。

# 景観改善における配慮すべき点

## 環境

現

状

施設と施設の間（開口部）でアカウミガメの上陸・産卵が確認されている。  
台風などにより安倍川で大規模な出水があると、流木やゴミが砂浜に打ち上げられる。  
砂浜が広い箇所にハマユウ・ハマヒルガオ、ハマゴウなどの海浜植物が自生している。

対応

可能な限り砂浜幅を確保する。  
ウミガメの上陸に支障となる構造物の設置を極力抑える。  
官民一体による海岸美化に取り組む

## 景観

現

状

羽衣の松付近から富士山を望むと、消波堤4基、突堤1基が視界に入り、特に1号消波堤の存在が際立っている。

砂浜背後には、海岸堤防が連続的に設置されている。

砂浜は施設により消失を免れているものの、幅は減少し、汀線は弧状となった。

対応

1号消波堤の景観改善を優先的に実施する。  
可能な限り砂浜幅や汀線の形状を侵食以前の状態に近づける。  
松原と砂浜の視覚的な連続性の確保を目指す。

# 景観改善の基本方針

## 基本方針

**方針 1** 必要な防護機能を確保する。

**方針 2** 防護施設は極力見えない構造とする。

**方針 3** 必要な砂浜幅を確保するとともに、汀線形状は極力滑らかにする。

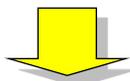
**方針 4** 漁業やアカウミガメの産卵など、「利用」や「環境」に十分配慮する。

**方針 5** 段階的な整備と、モニタリングを踏まえた順応的な修正をおこなう。

# 景観改善の検討手順

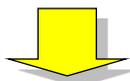
## 検討手順

### ① 対象区間の決定



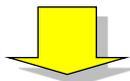
L型突堤～4号消波堤間を対象とし、1号消波堤の改善（景観に配慮した施設への転換）を重点的に検証

### ② 代替工法の検討



防護、景観の両面に加え、コストや技術的難易度などを踏まえ、消波堤に代わる施設案を絞り込む

### ③ シミュレーションでの検証



海浜変形シミュレーション、景観改善シミュレーションなどを実施し、防護、景観それぞれの要請を満足できるか検証

### ④ 最終案の決定

代替工法を選定し、必要に応じて規模や配置などの詳細検討を実施

# 段階的な整備

フェーズ1

【短期対策】

平成25年度

1号消波堤を対象に、「代替施設への転換計画」とその段階的整備方法の決定

平成26年度

可能な範囲において1号消波堤の形状変更などに着手するとともに海岸への影響を検証し、「代替施設への転換計画」の詳細計画を決定する

平成27年度～

1号消波堤の代替施設建設に本格的に着手

平成28年2月1日

保全状況報告書を世界遺産センターに提出

フェーズ2

【中期対策】



1号消波堤の対応終了後、海浜変形の状態等を踏まえて2号消波堤以東への展開を順次検討

フェーズ3

【長期対策】

30年～50年後

砂浜の自然回復  
砂浜植生の回復、堤防前面へ松を植栽

## 【配慮事項】

- ・手戻りが生じない範囲で段階的な施工をおこない、平行してモニタリングをおこなう。
- ・モニタリング結果を有識者委員会などで検証し、必要に応じて対策を見直すなど、順応的な管理をおこなう。

# 保全技術会議での委員意見(検討方針・理念)

## ■海浜部に関わる意見

論点	意見
イコモス・ユネスコの要請	<p>2016年2月に提出する、<b>保全状況報告書の内容とレベルを理解した上で議論すべき</b>である。「世界遺産条約履行のための作業指針」に沿った検討が必要。</p> <p><b>2016年に何を間に合わせるのか明確にし、目標設定をしたうえで作業を進めるべき。</b></p>
これまでの取り組み	<p>これまでの<b>海岸保全に関する取り組みについて共通認識</b>を持つべき。</p> <p><b>ブロックを設置せざるを得なかった背景</b>を、内外に理解してもらう必要がある。</p> <p>これまで上手くいった対策について、十分に分析すべきである。</p> <p>消波ブロックの形状や表面処理などは、もっと改善の余地があったと思う。</p>
対策工法の検討方法	<p>付け焼刃的な短期対策ではなく、<b>中長期的な対策の過程としての短期的対策</b>を位置づけるべきである。</p> <p>景観と防護の両面について、同時に議論を進めていくというのは難しい。厳しい環境を考えると、<b>防護工法はかなり限定される。防護面から工法を絞り込んだうえで、景観にどう配慮していくか議論する</b>というプロセスでもよいのではないか。</p> <p><b>砂浜回復を早める取り組みを進めたらどうか。</b></p> <p>景観検討にあたっては、<b>視点場をある程度限定する</b>ほうが現実的である。</p> <p>1号消波堤下手など、<b>危機的状況に瀕している場所がある</b>ことを念頭に置くべきである。</p> <p>何が大事で、何がそうでないのかという大局的な議論をしてほしい。</p> <p><b>地元住民・漁業関係の方から理解を得られる案</b>でなければならない。</p> <p>コスト面も考慮されるべき。</p>

# 保全技術会議での委員意見(検討方針・理念)

## ■海浜周辺部に関わる意見

論点	意見
<p>文化的・精神的な価値</p>	<p>自然だけでなく、信仰・芸術の対象として恥ずかしくない形で後世に残したい。若い世代にも文化等を継承していくような活動を行っていききたい。</p> <p>文化面や歴史についても、勉強していく場を設けるべき。</p> <p>薪能のように、景観に関しては目に映るものだけでなく精神性も重要である。</p>
<p>松林の保全</p>	<p>開発が過剰に海岸へ進出しており、松原が失われたところが多い。</p> <p>津波・高潮による被害を受けないためにも緑地造林等が必要だと思う。</p> <p>縦割りではなく、松原の保全も海岸と一体的に考えていくべきである。</p> <p>松林が健全であるためには、砂がふるい分けられながら三保へ移動しているという視点も必要。</p> <p>海岸堤防を盛土の防潮林など自然なものにし、ウミガメをはじめ、生態系にも優しいものにしていきたい。</p> <p>長期的には、海岸線から1kmくらい建物をセットバックさせることも考えてもらいたい。</p>
<p>三保松原の一体的な管理</p>	<p>三保松原地区全体の保全や観光面での活用等を総合的に考えていくマスタープランを静岡市として作成することが必要と考えている。今回の海岸整備事業が市のマスタープランに適切に位置付くよう、今後とも県市や関係機関の連携・協力が必要である。</p>

# 一般的な対策工法

No	消波堤	新規対策	概要
①	存置	修景のみ (擬岩ブロック等)	岩を模したブロックを用いる、人工の岩山を構築するなどの方法で、現在の消波堤と同様の機能を確保する。
②	切下げ	養浜 施設整備	現消波堤の高さを切下げ、別の工法もしくは養浜(または両方)を組み合わせて、侵食の増大に対応する。
③	撤去	養浜	現消波堤を撤去し、増加する侵食相当分を、養浜で補い砂浜幅を確保する。
④	撤去	離岸堤型 ヘッドランド	沖合いに離岸堤を広い間隔で設置することで岬状の地形を形成し、岬間の海浜を安定させる。
⑤	撤去	新型(有脚式) 離岸堤	コンクリート製の消波構造体を海底から立ち上げた鋼管の上に搭載したもので離岸堤と同様の機能を有する。
⑥	撤去	潜堤 (人工リーフ)	水面下に人工の「珊瑚礁(リーフ)」をコンクリートブロック等で構築し、浅瀬において波が砕ける性質を利用して海浜に作用する波の力を低減する。
⑦	撤去	突堤(I型)	低天端の縦堤を陸側から沖合いに向けて設置し、沿岸方向に移動する漂砂を捕捉する。
⑧	撤去	突堤(L型)	低天端で堤長の短い縦堤を陸側から沖合い、横堤(L字型)を汀線に平行に設置し、沿岸方向に移動する漂砂を捕捉する。

# 一般的な対策工法 No.①

消波堤 : 存置  
 新規対策 : 修景のみ(擬岩ブロック等)

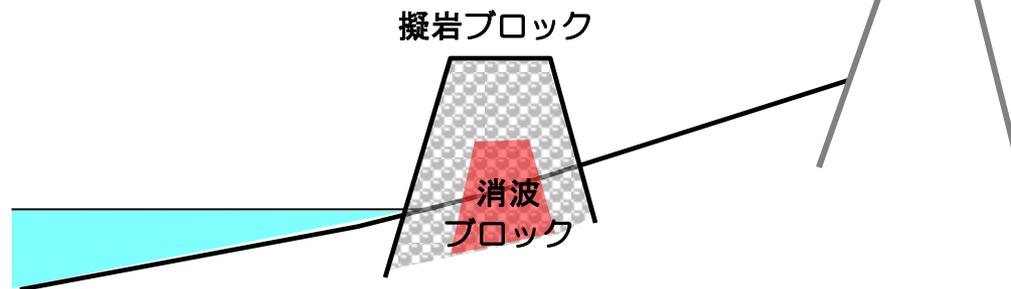
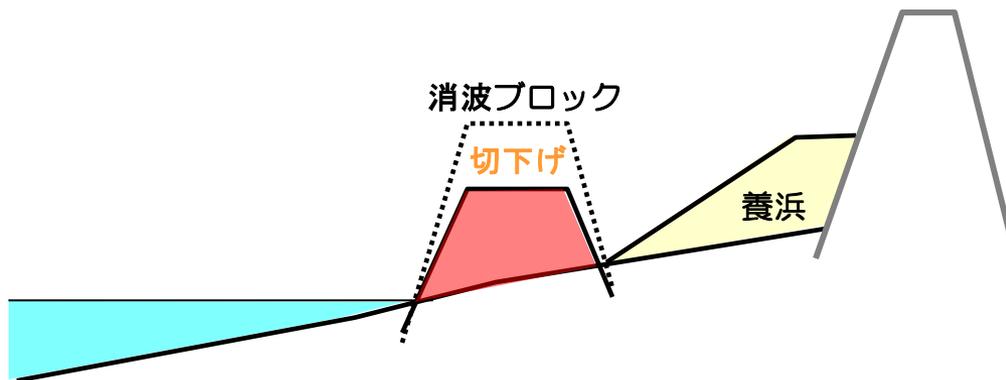


写真:日本消波根固ブロック協会HP

項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・現消波堤と同等の機能を確保するには実験等での確認が必要
景観面	・現消波堤と同等の高さとなるが、ブロックの乱雑な印象は軽減される ・三保地区本来の白砂青松の海岸景観と異なる異質の岩礁景観となる ・汀線は現状と変わらない
利用面	・陸上施設であるため、船舶の航行や漁業への影響は少ない
施工性	・陸上施工であるため据付期間は短い ・擬岩ブロック等の製作に期間を要する
維持管理	・ブロック等の沈下・散乱等は生じにくいですが、崩れた場合の修復は通常の消波堤よりも難しい
経済性	・擬岩ブロック等は相対的に製作コストが高い

# 一般的な対策工法 No.②

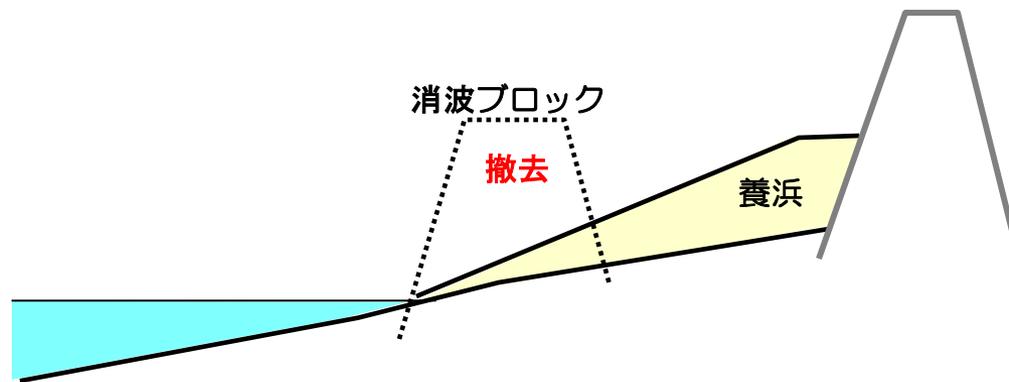
**消波堤** : 切下げ  
**新規対策** : 別の工法もしくは養浜(もしくは両方)



項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・養浜の場合、現消波堤と同等の機能を確保するには、養浜量が多く必要
景観面	・消波ブロック切下げのため、現状より景観面は向上する
利用面	・養浜の場合、断面を工夫することで利用面への影響は少なくできる
施工性	<b>【養浜の場合】</b> ・サンドリサイクルの場合は輸送距離が短く工事期間は短い ・上記以外の場合は周辺交通に影響が生じやすい ・長期的に大量の養浜材を確保するのは難しい。
維持管理	
経済性	・養浜期間が長期になると、施設整備より割高になる場合がある

# 一般的な対策工法 No.③

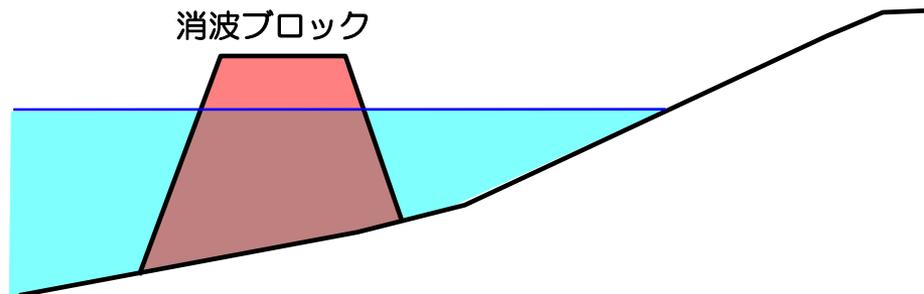
消波堤 : **撤去**  
 新規対策 : **養浜**



項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・現消波堤と同等の機能を確保するには、養浜量が多く必要
景観面	・断面を工夫することで自然な景観を形成する
利用面	・断面を工夫することで利用面への影響は少なくできる
施工性	・サンドリサイクルの場合は輸送距離が短く工事期間は短い ・上記以外の場合は周辺交通に影響が生じやすい ・長期的に大量の養浜材を確保するのは難しい。
維持管理	
経済性	・養浜期間が長期になると、施設整備より割高になる場合がある

# 一般的な対策工法 No.④

消波堤 : **撤去**  
 新規対策 : 離岸堤型ヘッドランド

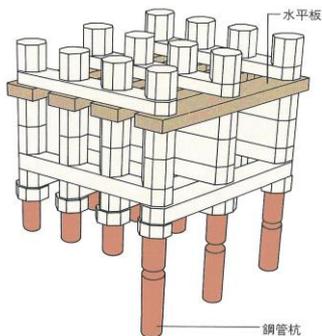


項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・現消波堤と同等の機能を確保できる
景観面	・水面上に消波ブロックが出ているため景観面で影響がある ・漂砂上手、下手で段差が生じやすく、汀線の凹凸は大きくなる
利用面	・水面上に施設が出ているため、船舶の航行への危険性は低い。ただし、沖合いに設置するため漁業に影響が生じる
施工性	・水中施工であるが、ブロック据付が主であるため工事期間は比較的短い
維持管理	・地形変化が激しい地点への設置は沈下・散乱等が生じやすい
経済性	・陸上施設である消波堤に比べて経済性は劣る

# 一般的な対策工法 No.⑤

消波堤 : 撤去

新規対策 : 新型(有脚式)離岸堤



資料:国土交通省静岡河川事務所HP

項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現消波堤と同等の機能を確保できる</li> </ul>
景観面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波ブロックを用いないため、乱雑な印象が解消される</li> <li>・施設の規模は比較的大きく、海岸線沿いに連続する</li> <li>・汀線の形状は従来型離岸堤よりも緩やかな凹凸となる</li> </ul>
利用面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水面上に施設が出ているため、船舶の航行への危険性は低い。ただし、沖合いに設置するため漁業に影響が生じる</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来型に比べて工事期間が長くなる</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管杭による支持構造のため急勾配地形でも堤体沈下による機能低下が生じにくい</li> <li>・地形変動が激しい地点では鋼管杭の損傷等が生じやすい</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波堤、従来型離岸堤に比べて経済性は劣る</li> </ul>

# 一般的な対策工法 No.⑥

消波堤 : **撤去**  
 新規対策 : **潜堤(人工リーフ)**

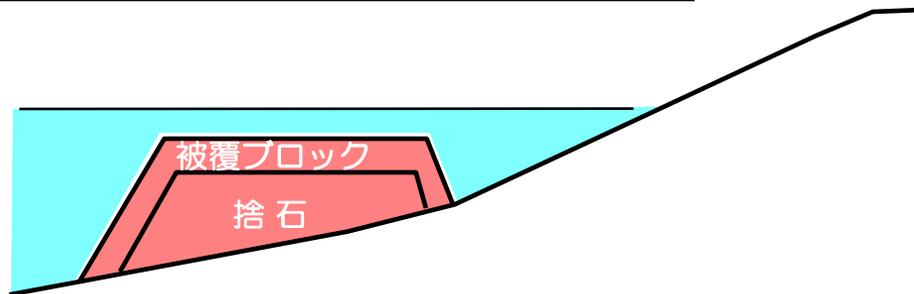


写真:日本消波根固ブロック協会HP

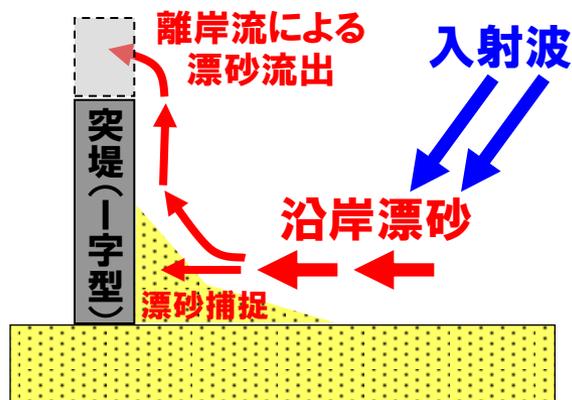
項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・現消波堤と同等の機能を確保するには長さや幅を広く取る必要がある
景観面	・没水型構造物であるため、景観上優れている ・汀線の形状は離岸堤よりも緩やかな凹凸となる
利用面	・没水型構造物であるため、船舶の航行に危険が生じる
施工性	・水中施工のため一般的に工事期間が長くなる
維持管理	・地形変化が激しい地点への設置は沈下・散乱等が生じやすい ・施設沈下等が生じた際の復旧は他に比べてコストがかかる
経済性	・大断面となり、水中施工であるため経済性は大きく劣る

# 一般的な対策工法 No.⑦

消波堤 : 撤去  
新規対策 : 突堤( I 型)

## 【突堤( I 字型)】

- ・沿岸方向に移動する漂砂を捕捉する
- ・漂砂流出抑制のため、L字型より長くする



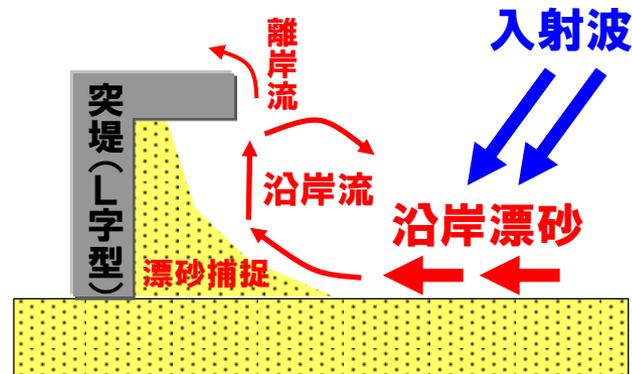
項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・沖合いまで突出させることで、現消波堤と同等の機能を確保できる
景観面	・沿岸漂砂捕捉率に応じて天端高さの調節が可能である ・漂砂上手、下手で段差が生じやすく、汀線が不連続となる
利用面	・水面上に施設が出ているため、船舶の航行への危険性は低い。ただし、沖合いまで突出させる必要があるため漁業に影響が生じる
施工性	・陸上施工が多くなるため沖合施設に比べて工事期間は短い
維持管理	・地形変化が激しい地点への設置は沈下・散乱等が生じやすいため配慮が必要
経済性	・沖合いまで突出させるため沖合施設と同等のコストがかかる

# 一般的な対策工法 No.⑧

消波堤 : **撤去**  
 新規対策 : **突堤(L型)**

## 【突堤(L字型)】

- ・沿岸方向に移動する漂砂を捕捉する
- ・横堤により離岸流を抑えて沖に流出する漂砂を低減する



項目	現在の工法(消波堤)との対比
砂浜保全機能	・現消波堤と同等の機能を確保できる
景観面	・沿岸漂砂捕捉率に応じて縦堤部の天端高さを低くすることができる ・漂砂上手、下手で段差が生じやすく、汀線が不連続となる
利用面	・水面上に施設が出ているため、船舶の航行への危険性は低い。ただし、沖合いまで突出させる場合は漁業に影響が生じる
施工性	・陸上施工が多くなるため沖合施設に比べて工事期間は短い
維持管理	・地形変化が激しい地点への設置は沈下・散乱等が生じやすいため配慮が必要
経済性	・条件が厳しい箇所に横堤を建設するためコストがかかる

# 一般的な対策工法

No.	消波堤	新規対策	技術・コスト等の観点での課題	景観
①	存置	修景のみ (擬岩ブロック等)	現消波ブロックと同等の消波性能、安定性を検証するための実験やブロック等の製作に期間を要する。	「小丘」が形成されることに変わりはない。 汀線は現状と変わらない。
②	切下げ	養浜 施設整備	必要養浜量が多くなる。	「小丘」が残るが、高さが低くなることにより印象は低下する。
③	撤去	養浜	必要養浜量が膨大となる。 高い頻度で養浜材が流出するため、随時実施する必要がある。	砂浜のみの景観となる。 汀線はなだらかになる。
④	撤去	離岸堤型 ヘッドランド	地形変動が激しい急斜面への設置となり、 ブロックの安定性の確保が困難。	「小丘」の位置が汀線から沖合いに移動する。 人工の岬を形成する工法であり、汀線の凹凸は大きくなる。
⑤	撤去	新型離岸堤	鋼管杭による支持構造のため急勾配地形でも堤体沈下による機能低下が従来型の離岸堤に比べて少ないが、従来型に比べてコストが高く、地形変動が激しい地点では鋼管杭の損傷等が生じやすい。	施設が沖合いに移動し「小丘」ではなくなるが、構造物は連続する印象となる。 汀線はゆるやかな凹凸となる。
⑥	撤去	潜堤 (人工リーフ)	消波堤に比べ、長さや天端幅を広く取る必要があるため、特に急勾配海岸では巨大な構造となる。地形変動が激しい急斜面への設置のため、安定性の確保が難しい。	水中の施設となるために、砂浜のみの景観となる。汀線はゆるやかな凹凸となる。
⑦	撤去	突堤(I字型)	漂砂制御機能が弱く、天端を低くすると漂砂制御機能が確保できない。沖合に突出するため安定性の確保が困難。	天端高が低く平坦なため、視認されづらいが、先端部は水面上に突出する。 汀線が不連続となる。
⑧	撤去	突堤(L字型)	地形変化が激しい地点への設置は沈下等が生じやすい。漂砂制御機能が強いいため、下手側への配慮が必要。	天端高が低く平坦であり、L字の内側に土砂が堆積することにより、視認されづらくなる。 汀線が不連続となる。

# 保全技術会議での委員意見(対策工法)

No.	消波堤	新規対策	三保松原白砂青松保全技術会議での意見
①	存置	修景のみ (擬岩ブロック等)	10～20年間は暫定的措置として、擬岩等に置き換えることも考えられるのではないが、ブロックを残さざるを得ない場合は、超短期的な対策として、ブロックの色についても工夫できる。世界遺産条約履行のための作業指針に、偽物は駄目であるということが書かれている。新しい景観を自由に想像してよいわけではないということをしっかり認識しておくべきである。案としては棄却すべきだが、考え方は取り入れる(各案に内包される)。擬岩は偽物を置くということなのでよくない。
②	切下げ	養浜 施設整備	1号消波堤の位置を北側にずらすとともに天端を下げる。既存の消波堤の天端高を下げる一方、隣接する消波堤との開口部を狭くし、かつ海岸線と平行方向の潜堤、小規模の潜突堤(岸沖方向)を入れるなどの複合的な対策を行う。ノコギリ型の汀線を改善するために、1・2号消波堤を少し低めに上流側へ伸ばしていくというのが中期的対応と考えている。
③	撤去	養浜	厳しい地形条件のなか消波堤を撤去するのは乱暴である。養浜材の無駄遣いになってしまう。考え方は取り入れる(各案に内包される)。
④	撤去	離岸堤型 ヘッドランド	—
⑤	撤去	新型離岸堤	—
⑥	撤去	潜堤 (人工リーフ)	ものすごくお金がかかり、また地形も非常に急傾斜であり厳しい。敷幅(天端幅)が広くなり現実的でない。
⑦	撤去	突堤(1字型)	汀線がノコギリ型になってしまう。
⑧	撤去	突堤(L字型)	天端も低くあまり目立たないうえに、突堤上に砂がかぶされば構造物は隠れるというような、自然の力を利用した工法となっている。現に上手くいっているものはなぜよいのかを分析して行くことが必要である。

## 短期的対策案 (緊急的・一時的)

L字突堤の上手側に過剰に堆積した土砂を掘削して下手側に移動する。  
1号消波堤の周辺に安倍川下流河道に過剰に堆積した土砂を投入し続ける。

## ②景観改善対策工法案について



# 今後の検討ステップ

## 技術会議での意見

- ・条件が厳しいので、先に防護工法を絞り込んだ後に景観への配慮を議論したらどうか
- ・1号消波堤下手など、危機的状況に瀕している場所があることを念頭に置くべきである

防護、景観面、コストや技術的難易度などを踏まえ、消波堤に代わる**施設案を絞り込む**

① 海浜変形シミュレーション（その1）

絞り込みのために、感度分析※的なシミュレーションを実施  
 （施設整備から10年後、20年後の汀線形状を推定）

② 海浜変形シミュレーション（その2）

効果が期待できそうな案について詳細なシミュレーションを実施  
 （複数工法の組合せなども含めた具体的な工法を対象に）

防護上の要求を  
満たす案

（必要に応じて）

- ・景観的観点から施設計画を修正
- ・再度検証を実施

③ 景観シミュレーション

景観上の要求を  
満たす案

**対策工法の決定**

施設の見え方、汀線形状などをチェック

※傾向を捉えるための概略検討

# 対策工法について

## 技術会議での意見

- ・擬岩は偽物を置くということなのでよくない
- ・擬岩,養浜のみの工法案は他工法に内包される案と考えられる

以下のケースについて感度分析的にシミュレーションを実施

ケース	消波堤	養浜量	施設整備
0	存置	3万m <sup>3</sup> /年 (現養浜量)	無し
1	撤去		無し
2	切下げ		無し
3	撤去		新型離岸堤
4	撤去		潜堤 (人工リーフ)
5	撤去		突堤 (L字型)

- ・漂砂量等の諸条件は、これまでの知見に基づく
- ・施設配置は現消波堤位置とする

離岸堤型ヘッドランド：他の沖合消波施設(新型離岸堤,人工リーフ)の計算結果を参考に評価を行う

突堤 (I型)：突堤 (L字型)の結果を参考に評価を行う



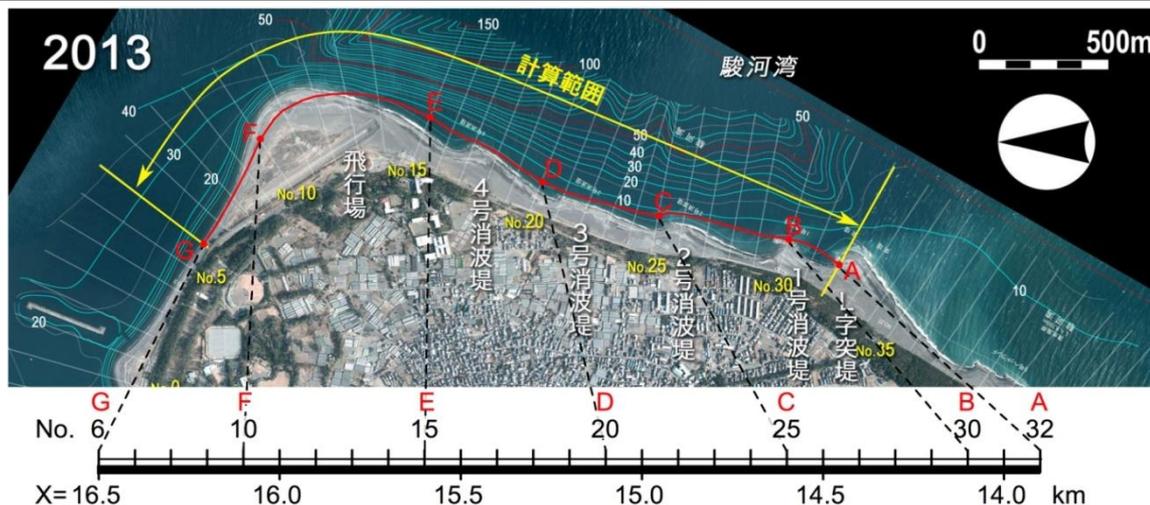
**水深変化、汀線変化、汀線形状**  
を推定し各ケース間の相対的な評価を行う

# 予測シミュレーション

■消波堤区間周辺の地形変化の実態を踏まえ、L字突堤～飛行場周辺を対象とした等深線変化予測計算モデル(粒径考慮)を構築し、感度分析的な予測計算を実施

## ●計算条件

計算モデル	等深線・粒径変化モデル(熊田ら、2007)
計算対象範囲	L字突堤～三保飛行場下手(No.32～No.6)
計算期間	再現期間:1998～2013年(15年間) 予測期間:2013～2033年(20年間)
粒度構成	2粒径:代表粒径 細粒分 0.2mm、粗粒分 2mm
粒度の構成比率	細粒分 0.0、粗粒分 1.0 (初期粒径・養浜材)
L字突堤下手土砂流入量(境界条件)	1998年以前 :9万m <sup>3</sup> /年 1998～2006年:1万m <sup>3</sup> /年 2007～2013年:4.5万m <sup>3</sup> /年



L字突堤～飛行場までの砂嘴地形を単純化したモデル地形(展開座標)を用いて計算を実施

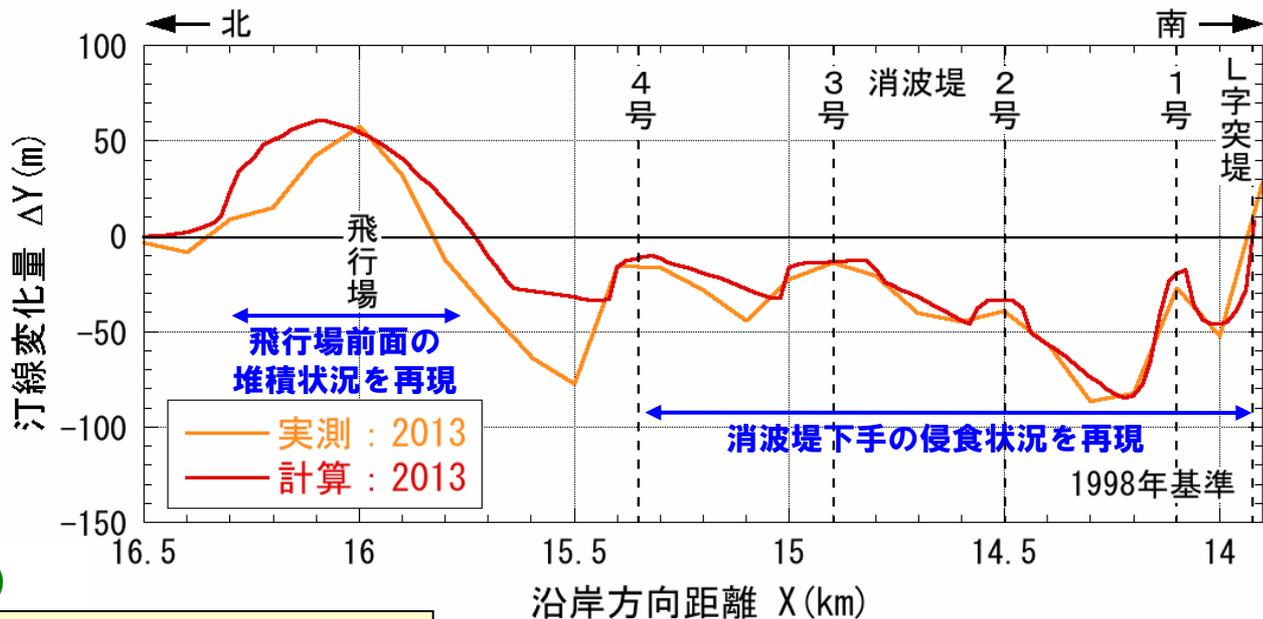
【波浪条件】:5%出現頻度波  
 $H_0'=3m, T=9s$

# 検証計算

1998年海浜地形を基準に2013年まで計算を行い、実測値と計算値の整合性について、消波堤区間の侵食の状況、飛行場前面の堆積状況等を確認した

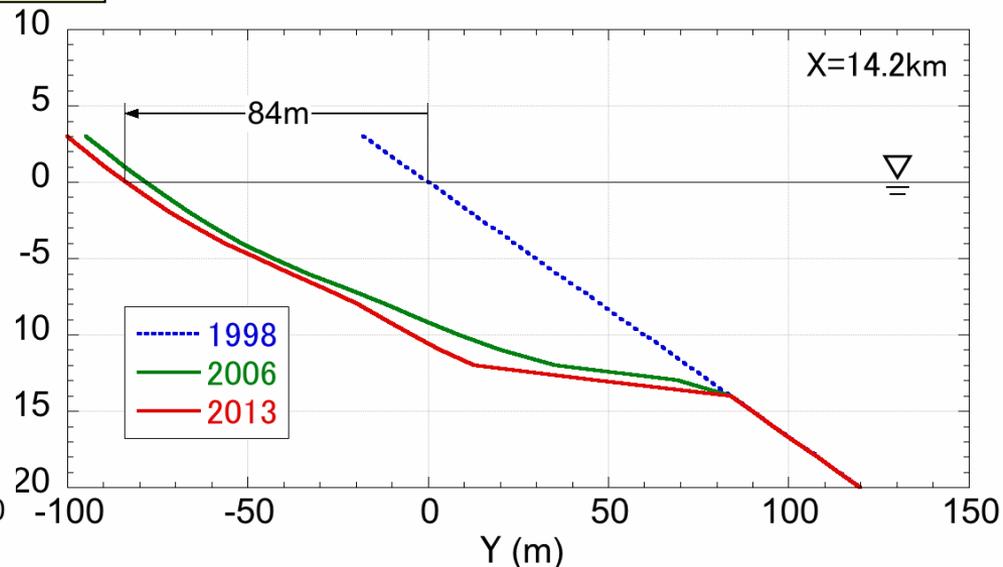
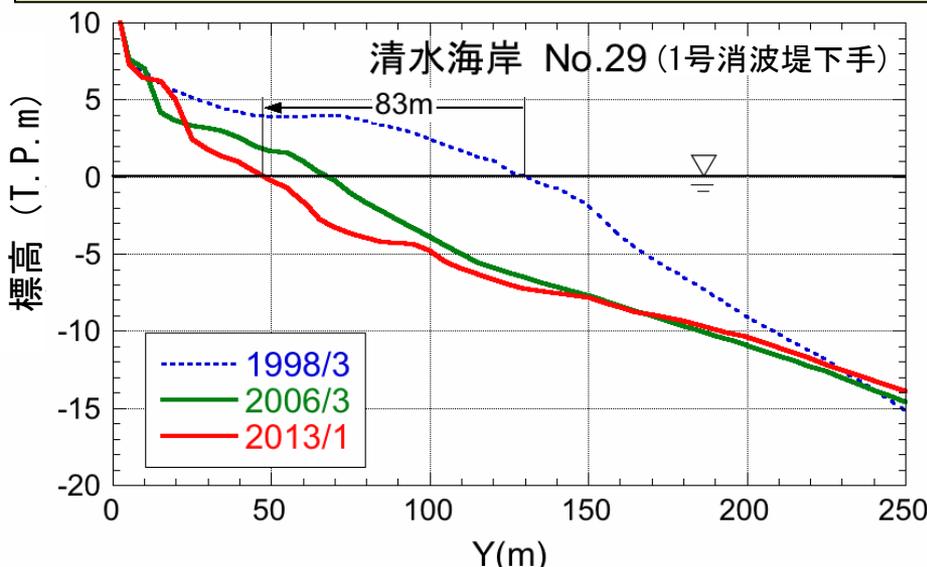
## ●汀線変化

・ L字突堤～4号上手までの侵食状況、飛行場前面の堆積状況の再現を試みた



## ●海浜断面変化(水深変化)

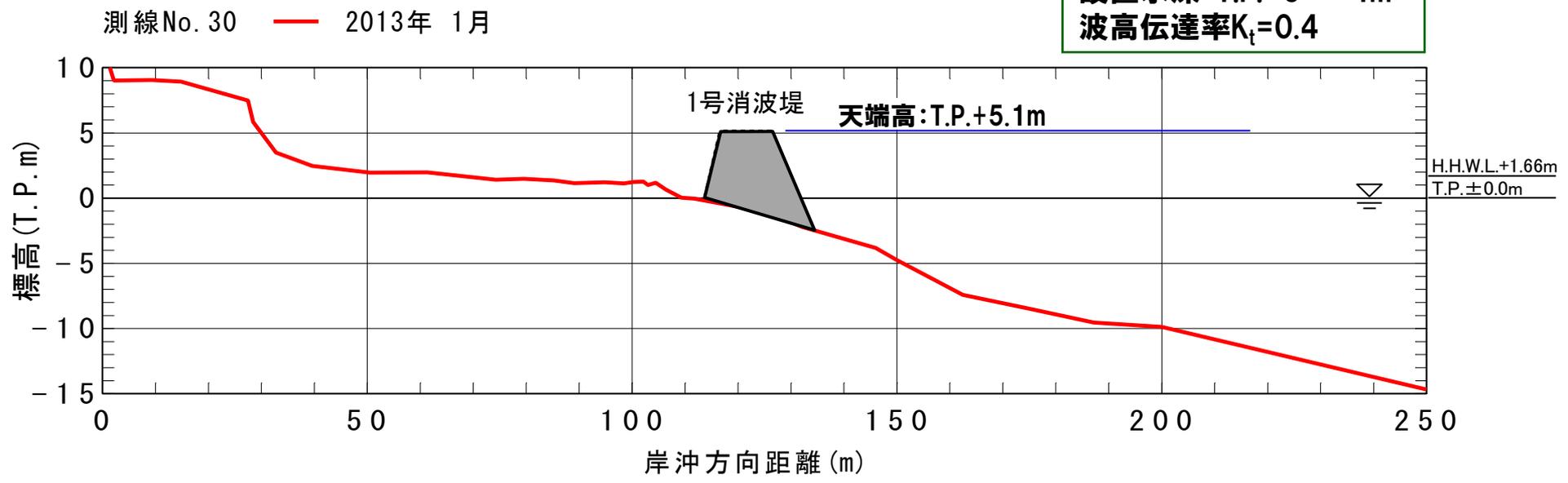
・ 水深14m以浅の経時的な侵食状況の再現を試みた



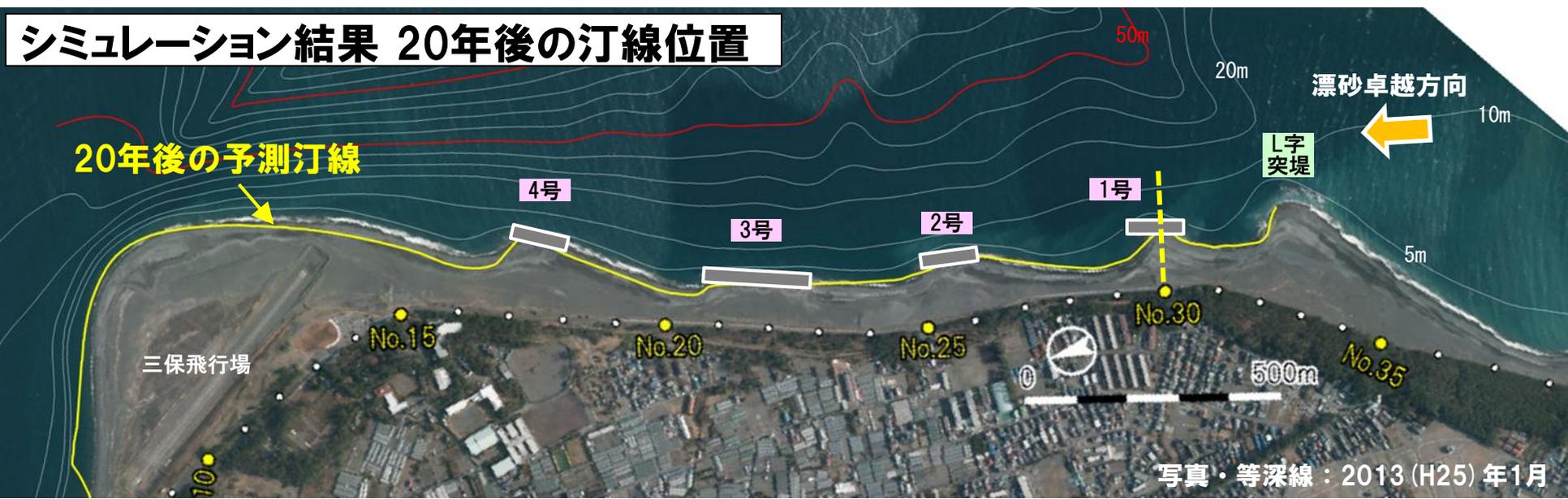
# 感度分析ケース 0 : 消波堤存置

## 断面イメージ

天端高:T.P.+5.1m  
 設置水深:T.P.-3~-4m  
 波高伝達率 $K_t=0.4$



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置



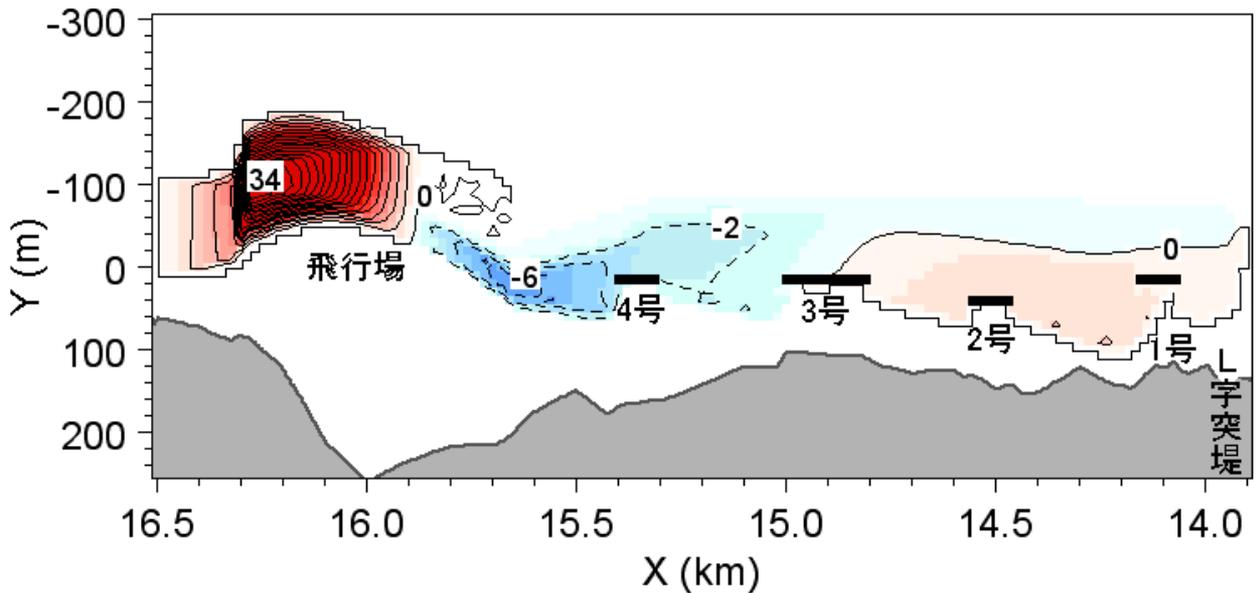
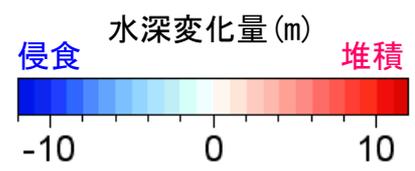
# 感度分析ケース 0 シミュレーション結果

**消波堤** : 存置 ( $K_t=0.4^*$ )  
**新規対策** : 無し

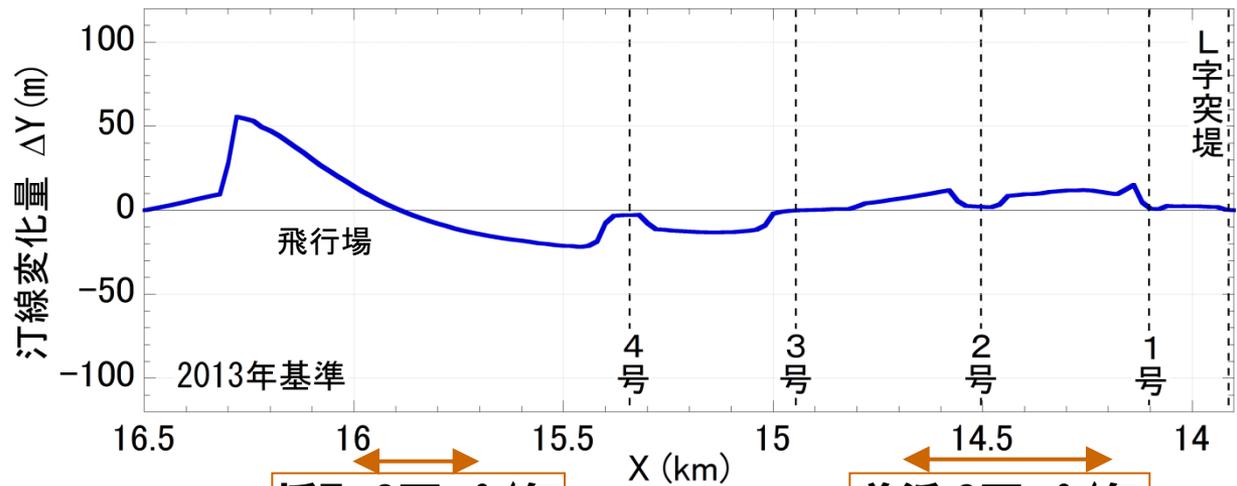
\* $K_t$ : 波高伝達率 (施設の消波率)

- ・ 養浜を継続することにより、1号～3号消波堤間で概ね地形が維持されるが、3号・4号消波堤下手では侵食が進行する
- ・ 飛行場前面は土砂の落ち込みにより堆積が進行する (全ケース)

■ 20年後の水深変化量 (2013年基準)



■ 20年後の汀線変化量 (2013年基準)

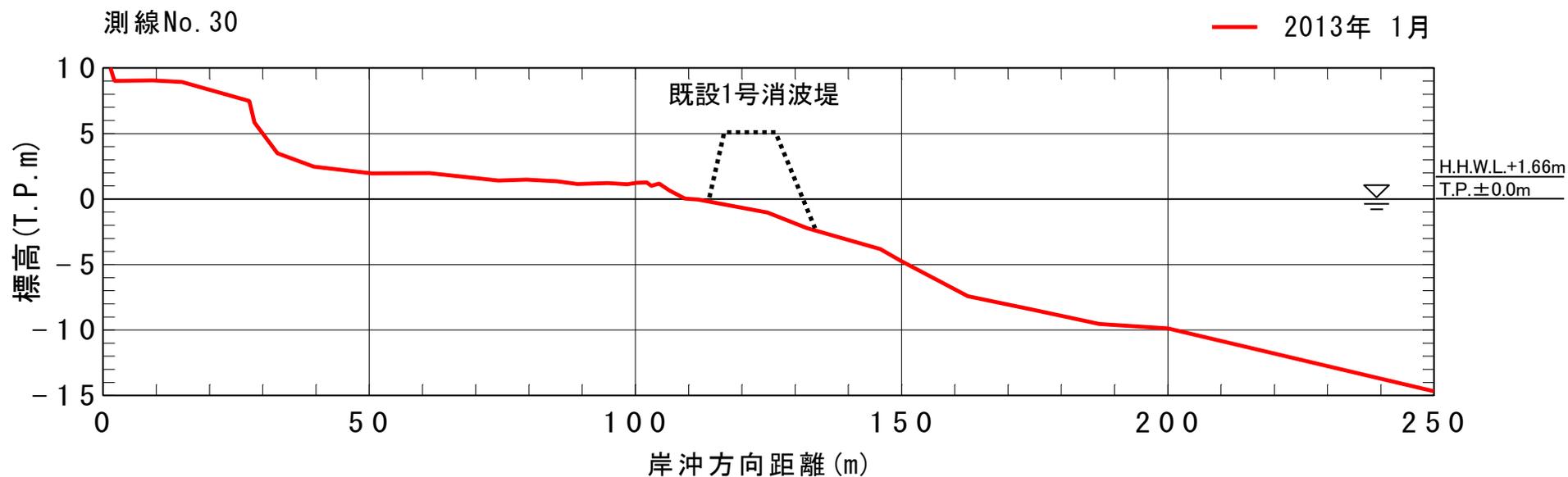


採取:  $3\text{万m}^3/\text{年}$

養浜:  $3\text{万m}^3/\text{年}$

# 感度分析ケース 1：消波堤撤去

## 断面イメージ



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置

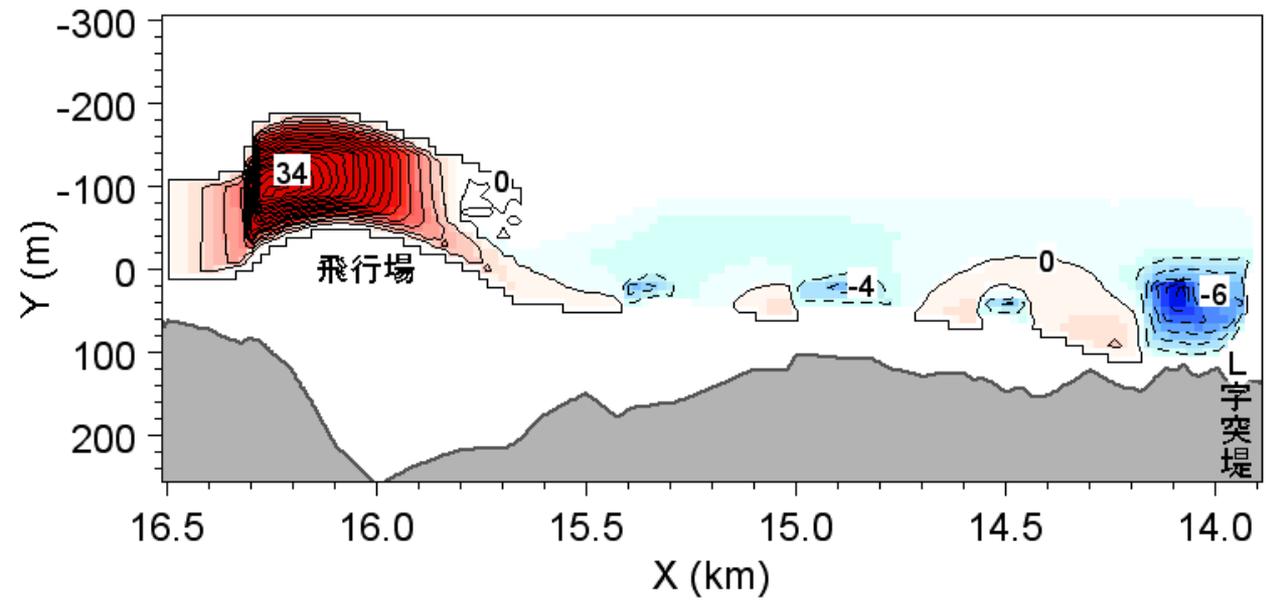
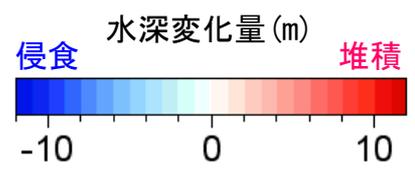


# 感度分析ケース 1 シミュレーション結果

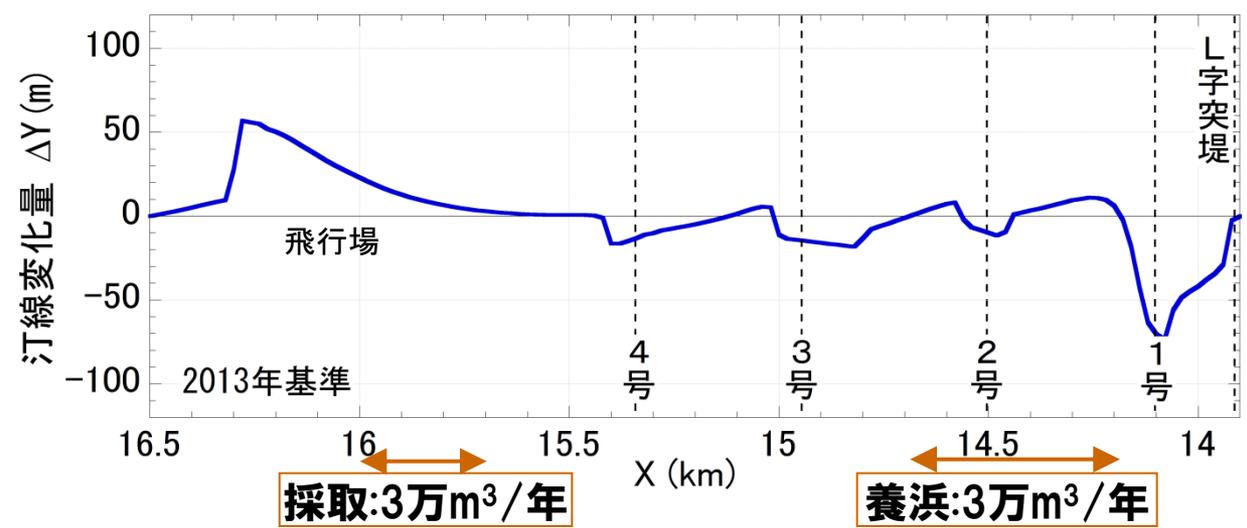
消波堤 : 撤去  
 新規対策 : 無し

・L字突堤～1号消波堤間の侵食が著しい(砂浜は概ね消失)

■20年後の水深変化量  
 (2013年基準)



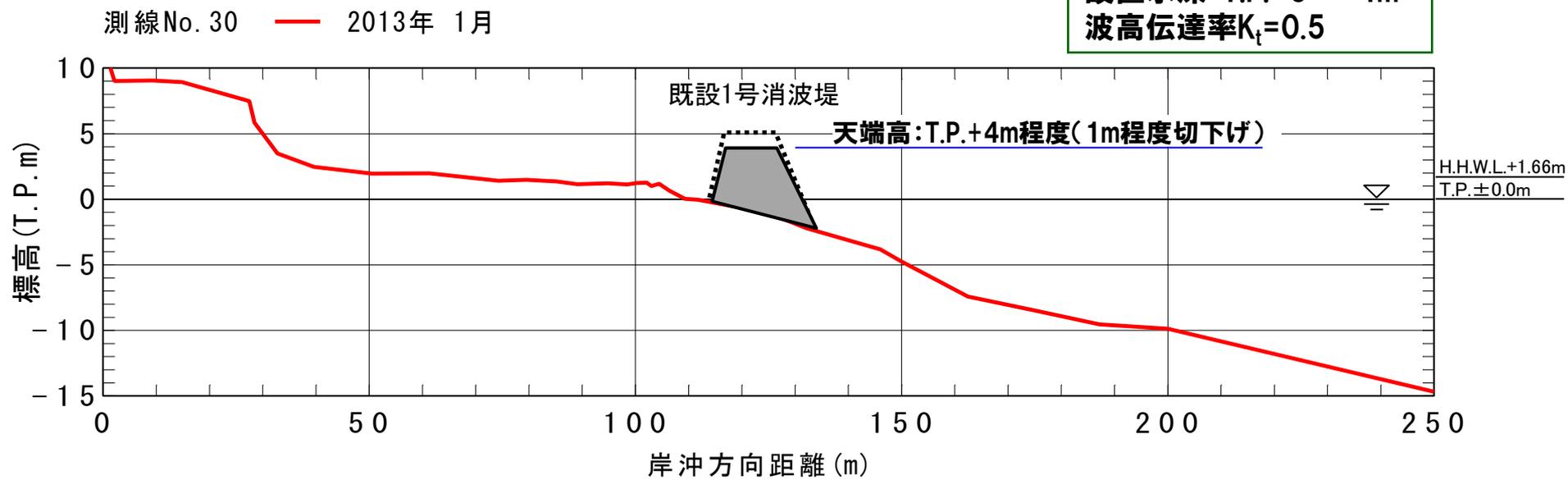
■20年後の汀線変化量  
 (2013年基準)



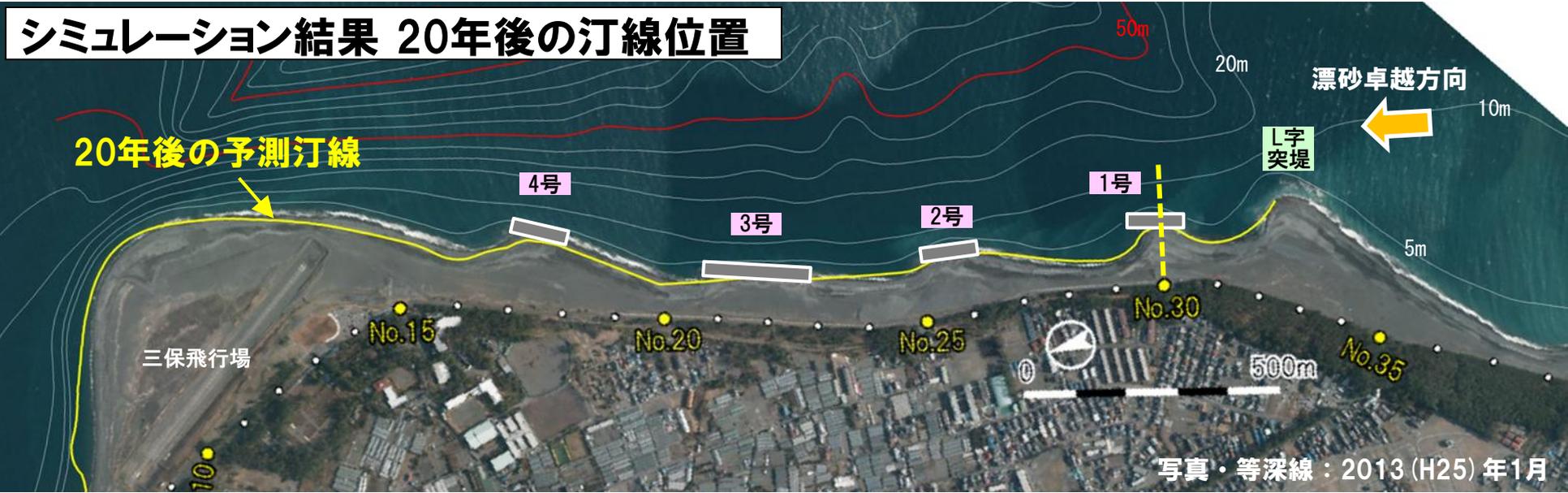
# 感度分析ケース 2：消波堤切下げ

## 断面イメージ

天端高:T.P.+4m程度  
 設置水深:T.P.-3~-4m  
 波高伝達率 $K_t=0.5$



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置



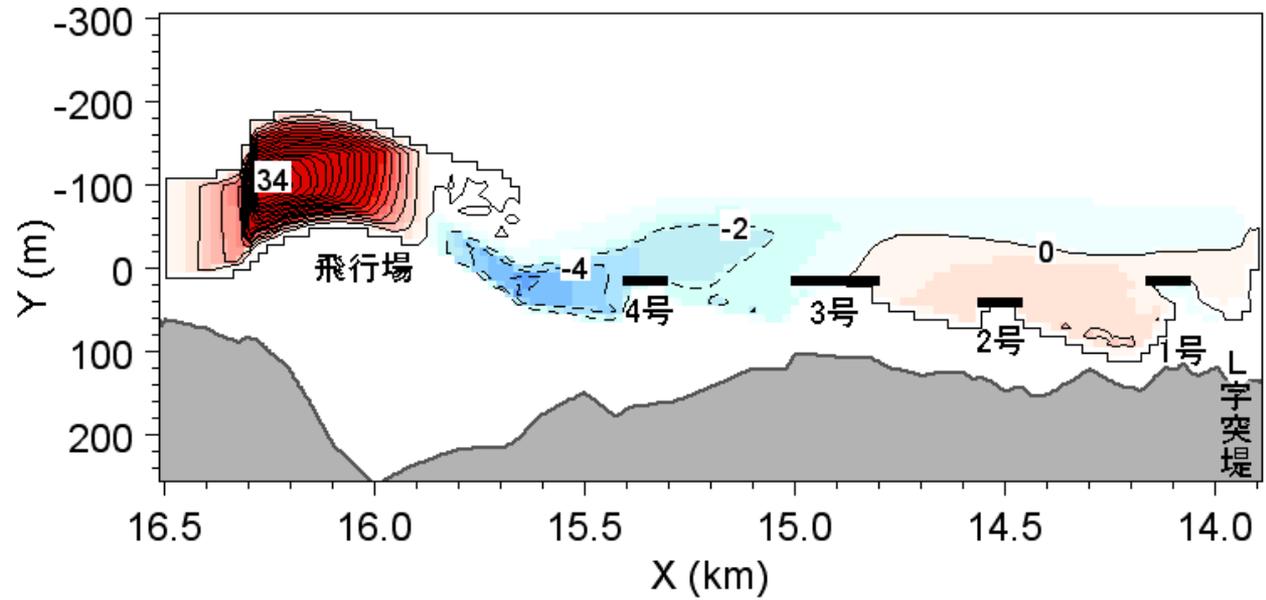
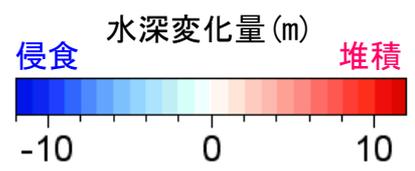
# 感度分析ケース 2 シミュレーション結果

消波堤 : 切下げ ( $K_t=0.5^*$ )  
 新規対策 : 無し

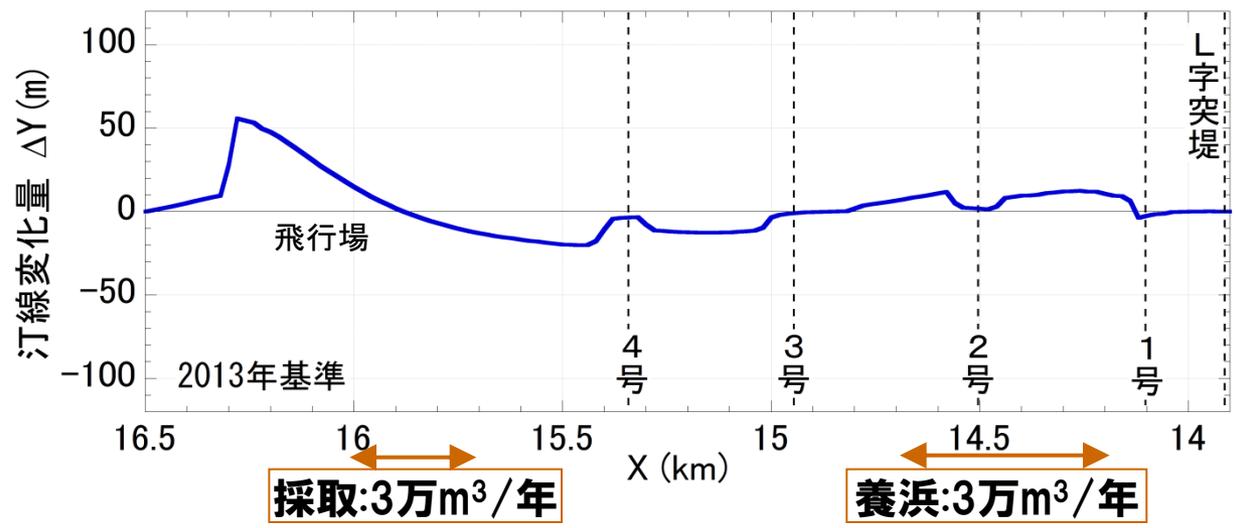
・消波堤存置の場合と比べ、わずかに侵食量が多くなる  
 (切下げ前  $K_t=0.4 \rightarrow$  切下げ後  $K_t=0.5$ の場合)

\* $K_t$ : 波高伝達率(施設の消波率)

■ 20年後の水深変化量  
 (2013年基準)



■ 20年後の汀線変化量  
 (2013年基準)

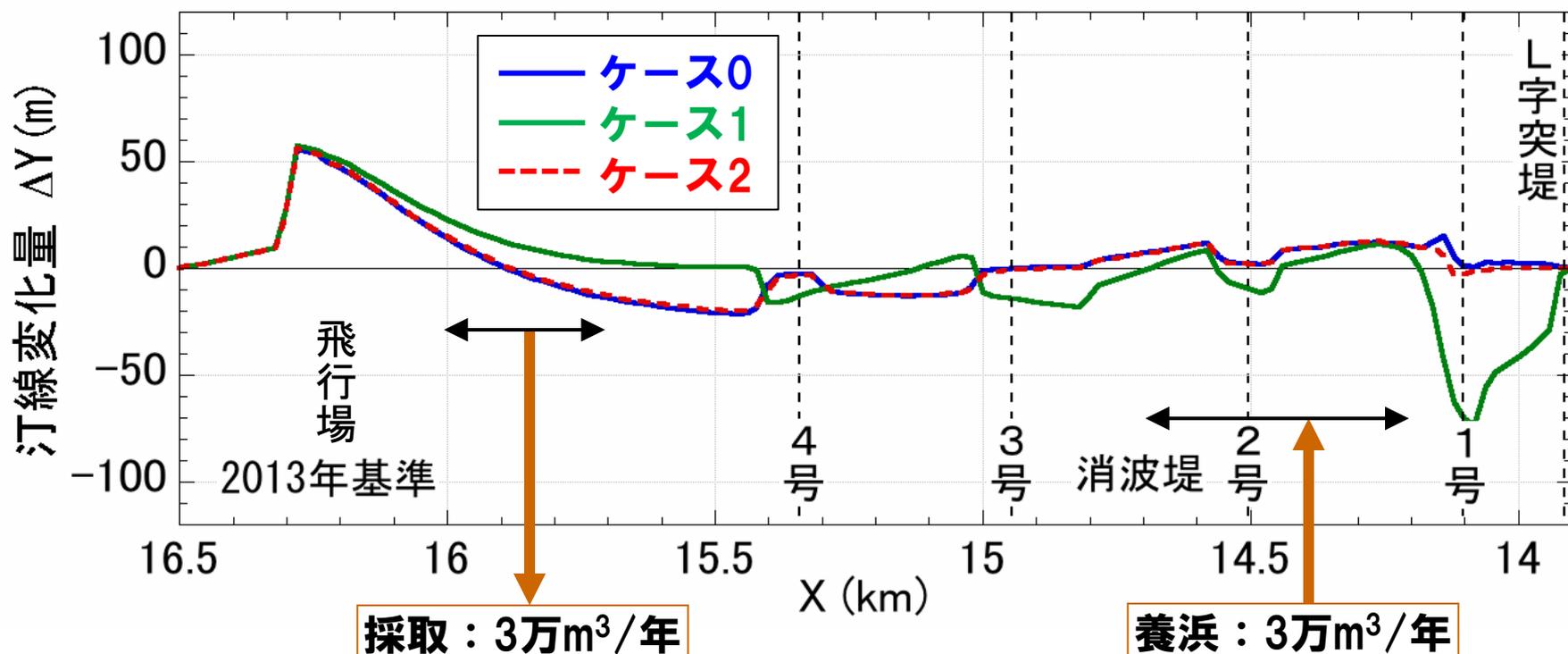


## ■20年後の汀線変化量 (2013年基準)

ケース0 : 消波堤存置 (現状の対策)

ケース1 : 消波堤撤去

ケース2 : 消波堤切下げ

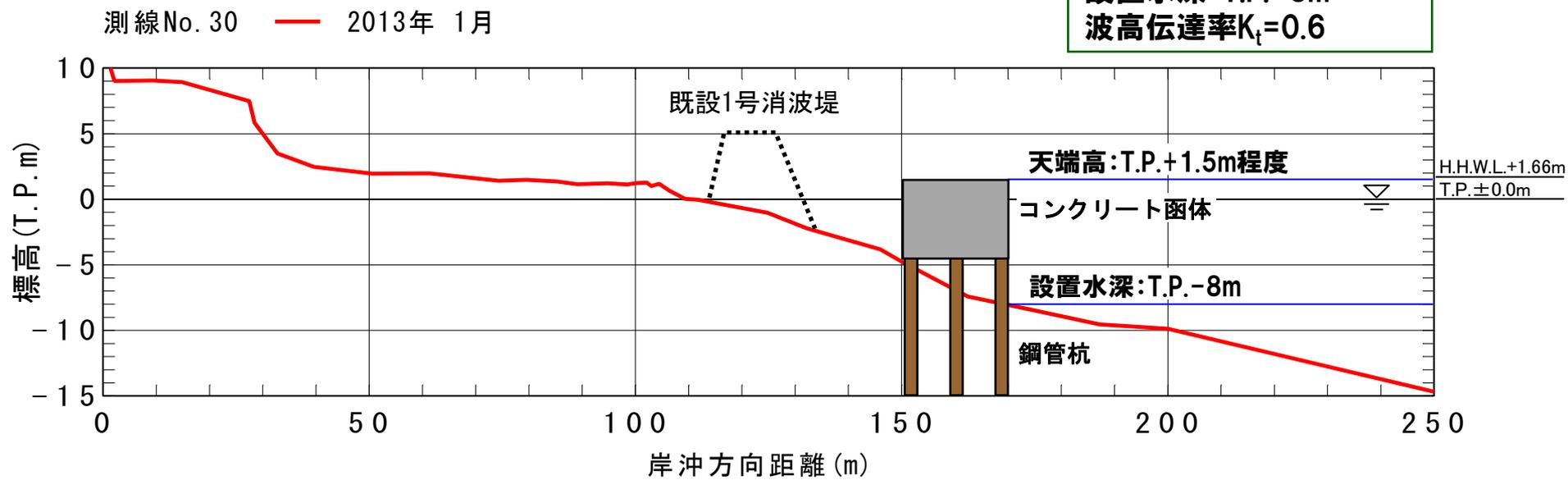


- 消波堤撤去の場合、L字突堤～現1号消波堤間で汀線が著しく後退する
- 消波堤を切下げた場合は、存置の場合と比べて1号消波堤下手でわずかに汀線が後退する

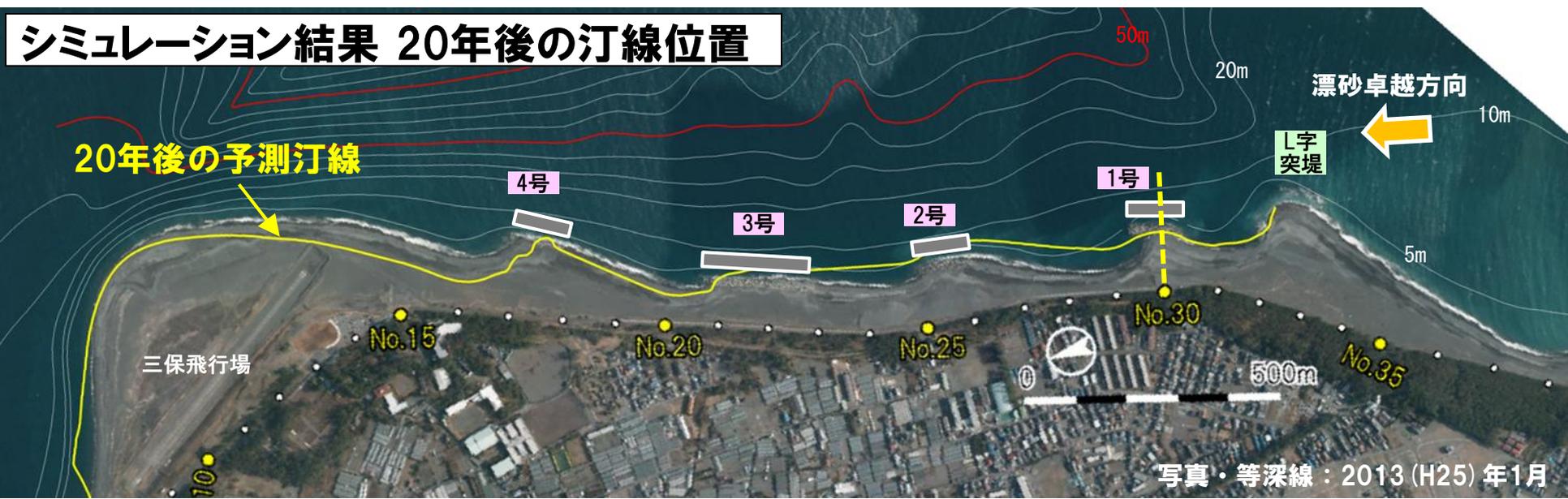
# 感度分析ケース 3 : 新型離岸堤

## 断面イメージ

天端高:T.P.+1.5m程度  
 設置水深:T.P.-8m  
 波高伝達率 $K_t=0.6$



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置

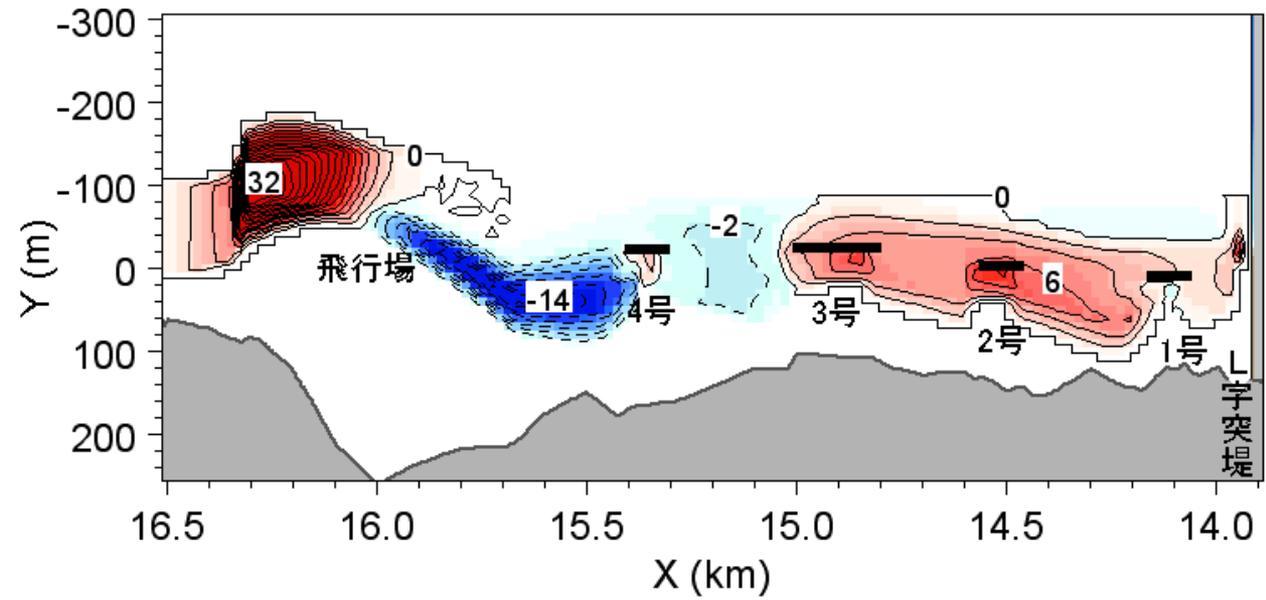
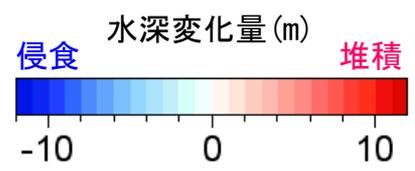


# 感度分析ケース 3 シミュレーション結果

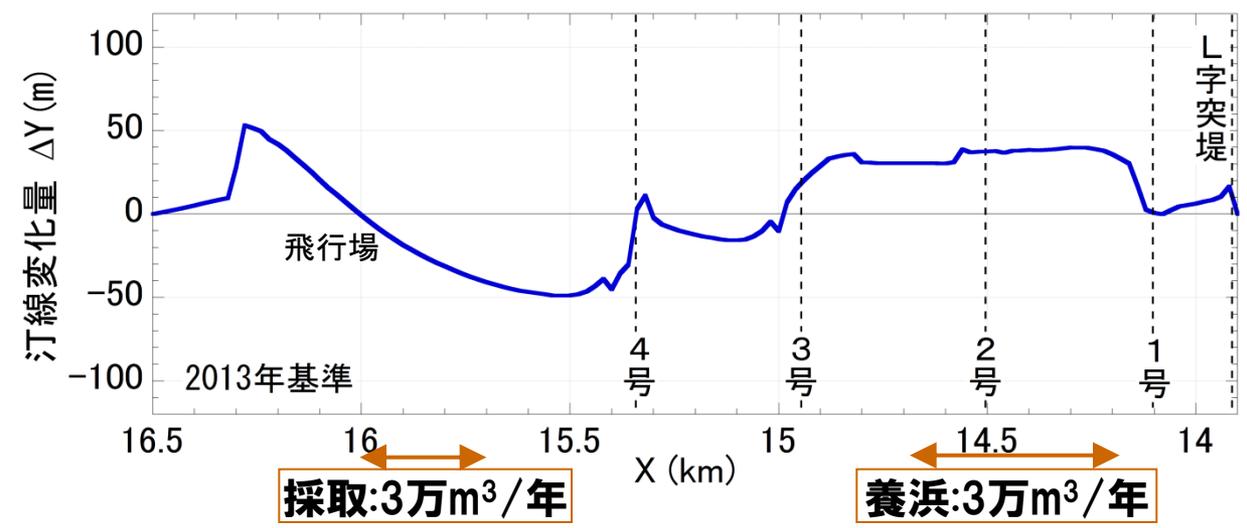
消波堤 : **撤去**  
 新規対策 : **新型離岸堤 ( $K_t=0.6$ ※)**

・ 1~3号堤間で堆積するが、4号堤下手では侵食が著しい

※ $K_t$ : 波高伝達率 (施設の消波率)  
**20年後の水深変化量 (2013年基準)**



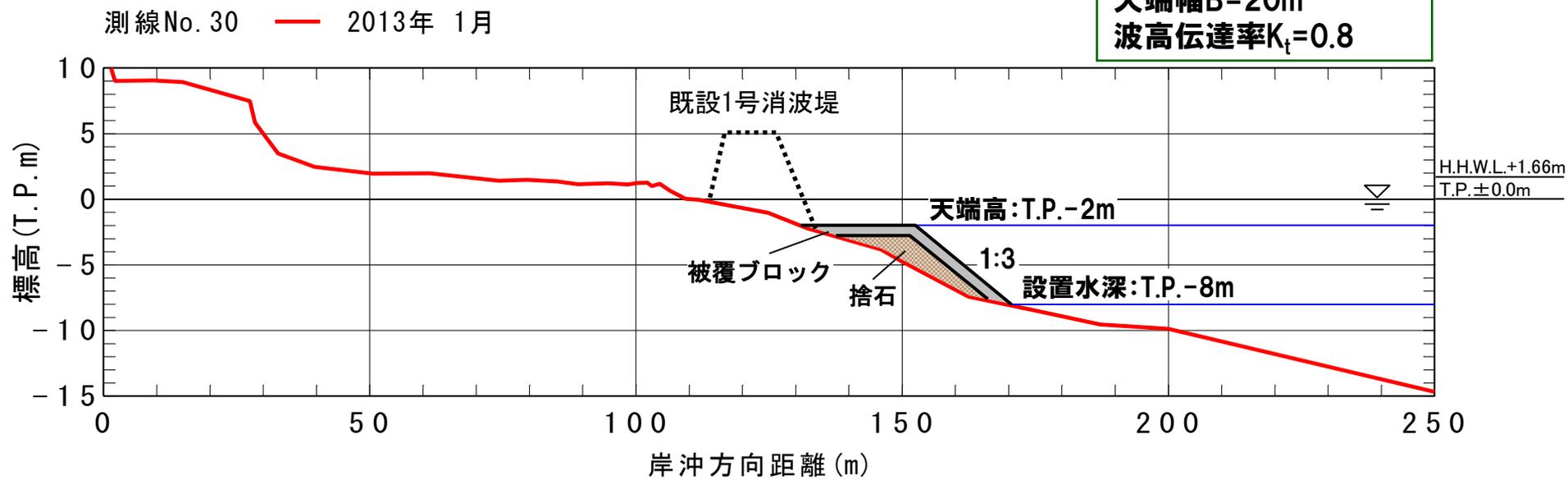
**20年後の汀線変化量 (2013年基準)**



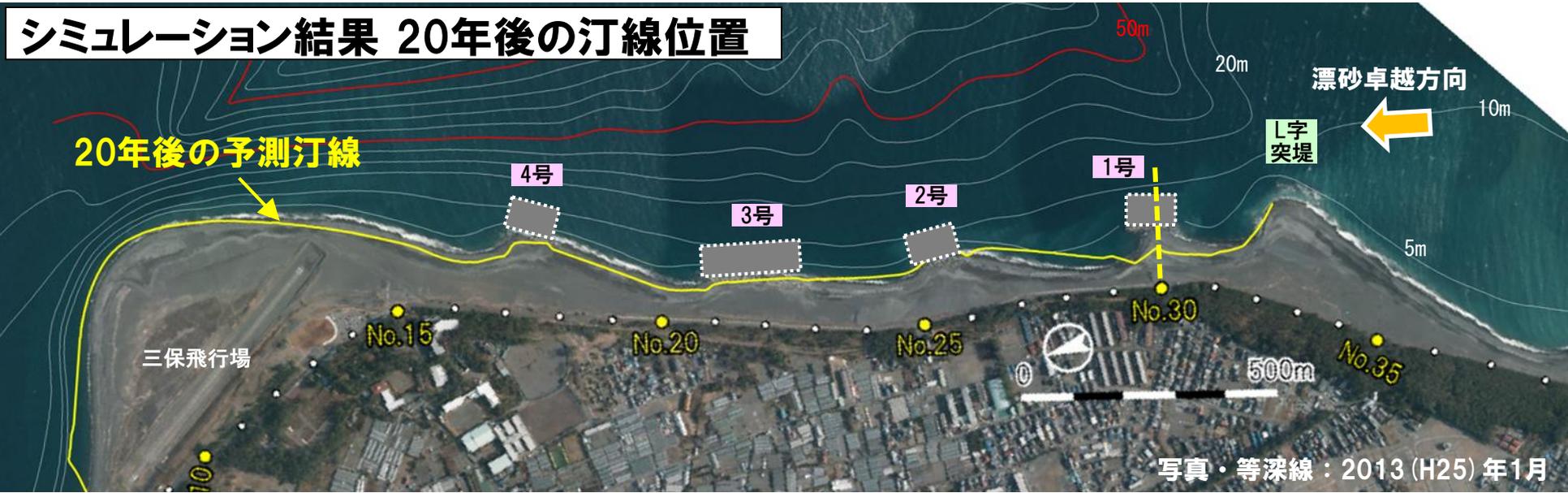
# 感度分析ケース 4 : 潜堤(人工リーフ)

## 断面イメージ

天端高:T.P.-2m  
 設置水深:T.P.-8m  
 天端幅B=20m  
 波高伝達率 $K_t=0.8$



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置



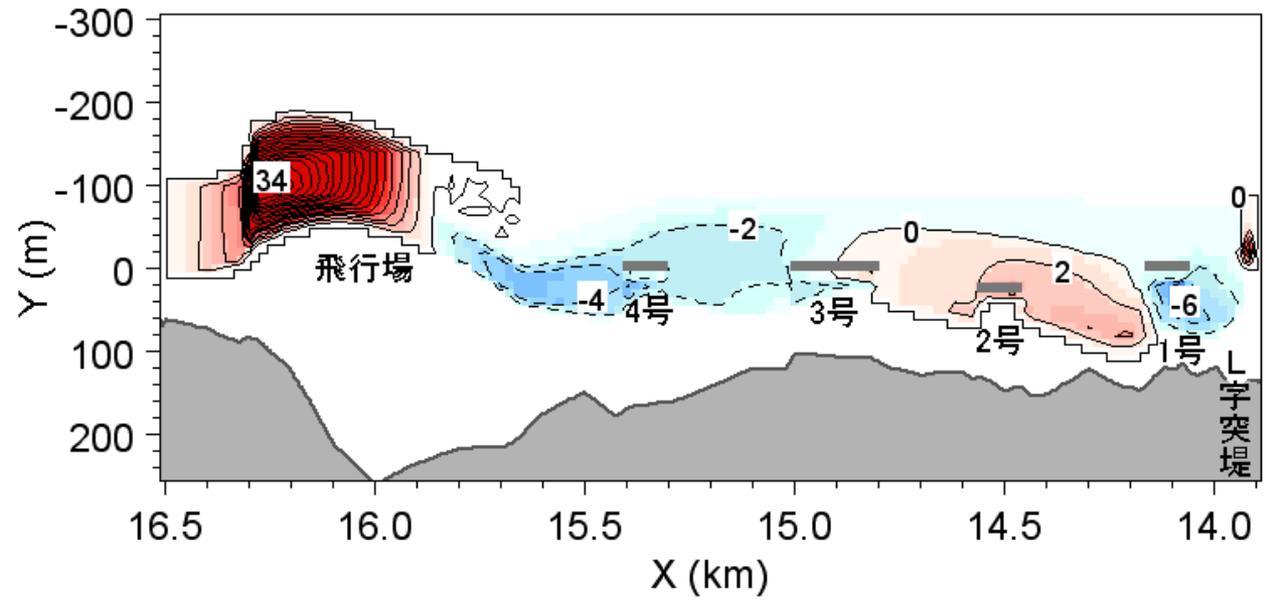
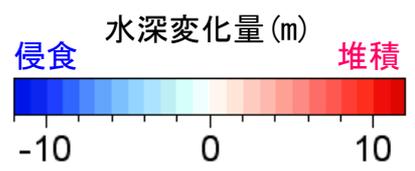
# 感度分析ケース 4 シミュレーション結果

**消波堤 : 撤去**  
**新規対策 : 潜堤(人工リーフ) ( $K_t=0.8$ ※)**

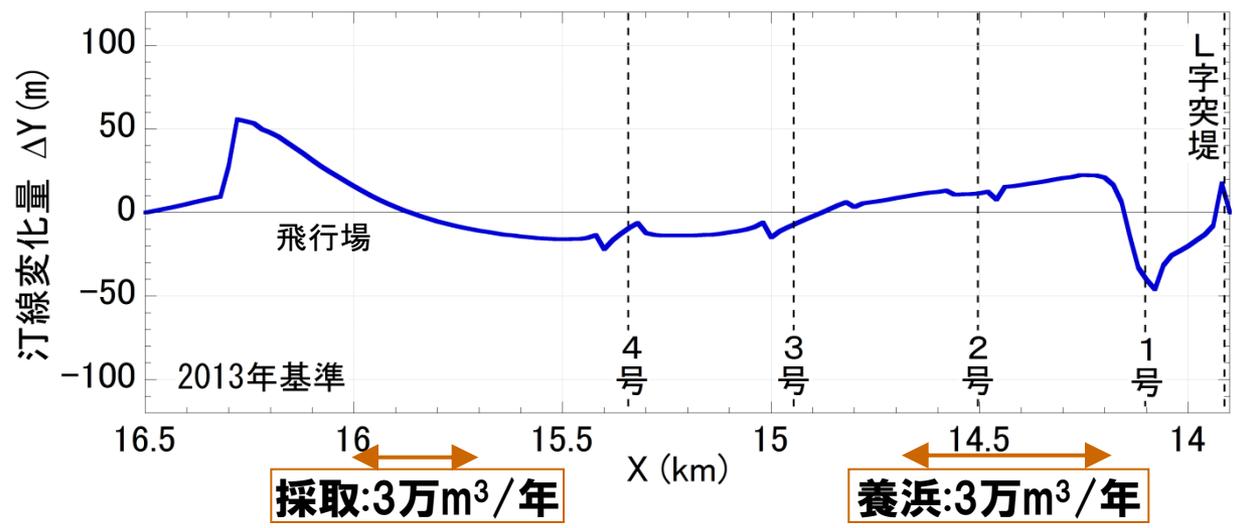
- L字突堤~1号堤背後で侵食が著しい
- 1号堤下手~3号堤間で堆積するが、3号・4号堤下手では侵食が進行する

※ $K_t$ : 波高伝達率(施設の消波率)

■ 20年後の水深変化量  
(2013年基準)



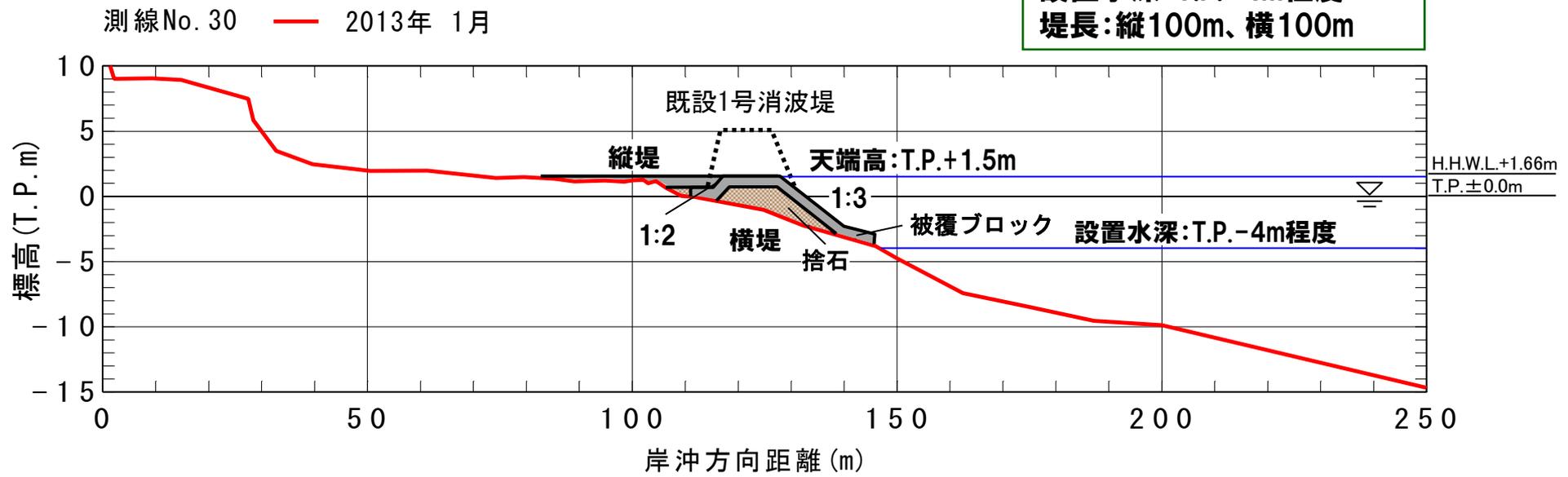
■ 20年後の汀線変化量  
(2013年基準)



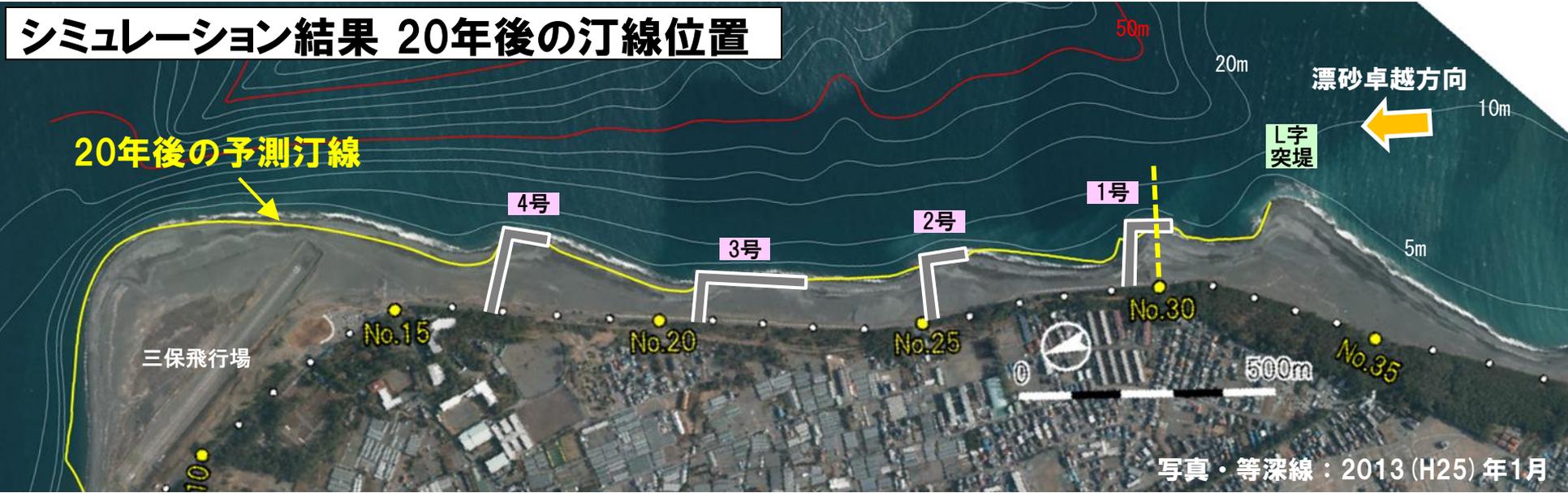
# 感度分析ケース 5 : 突堤(L字型)

## 断面イメージ

天端高:縦・横T.P.+1.5m  
 設置水深:T.P.-4m程度  
 堤長:縦100m、横100m



## シミュレーション結果 20年後の汀線位置

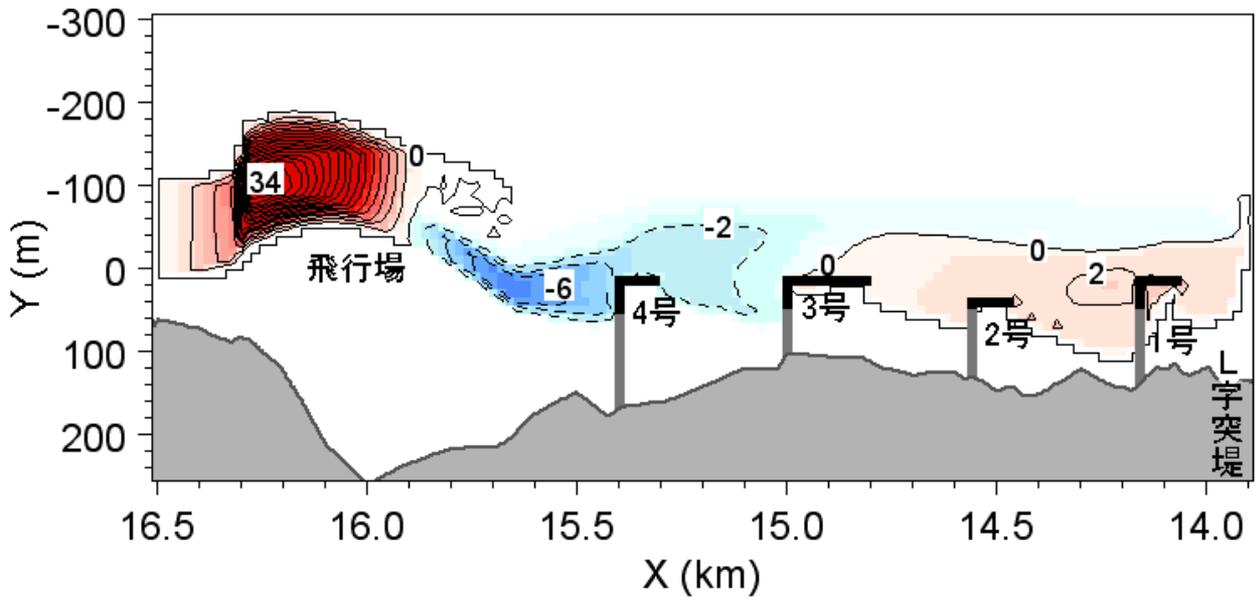
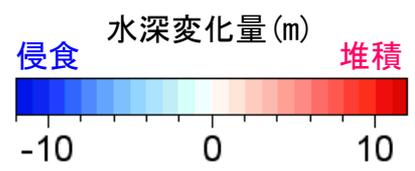


# 感度分析ケース 5 シミュレーション結果

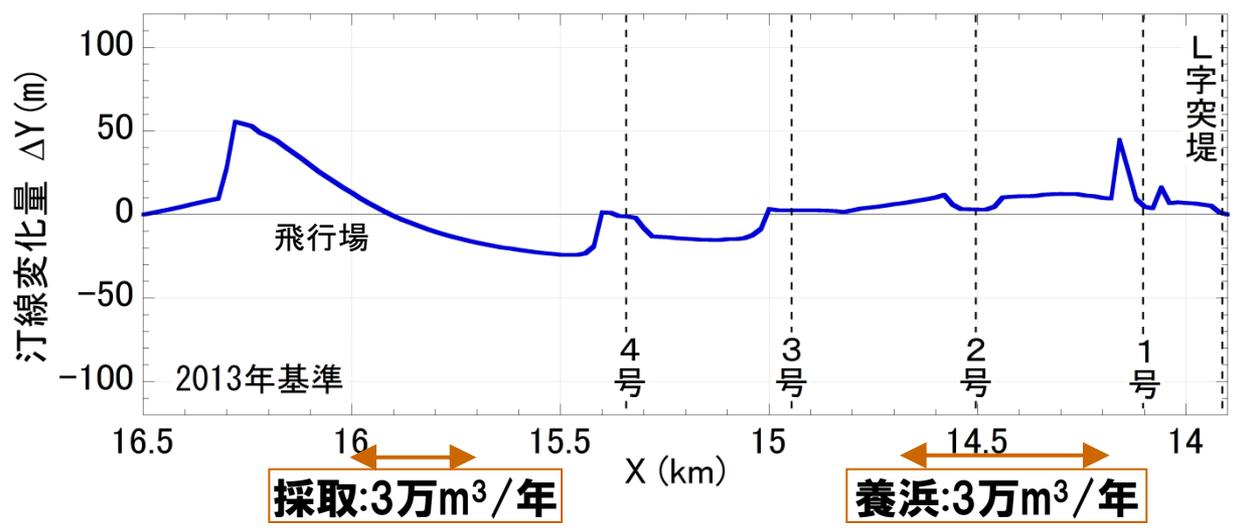
消波堤 : 撤去  
 新規対策 : 突堤(L字型) (天端高T.P.+1.5m)

・ 1号堤~3号堤間で堆積するが、3・4号堤下手で侵食が進行する

■ 20年後の水深変化量 (2013年基準)



■ 20年後の汀線変化量 (2013年基準)

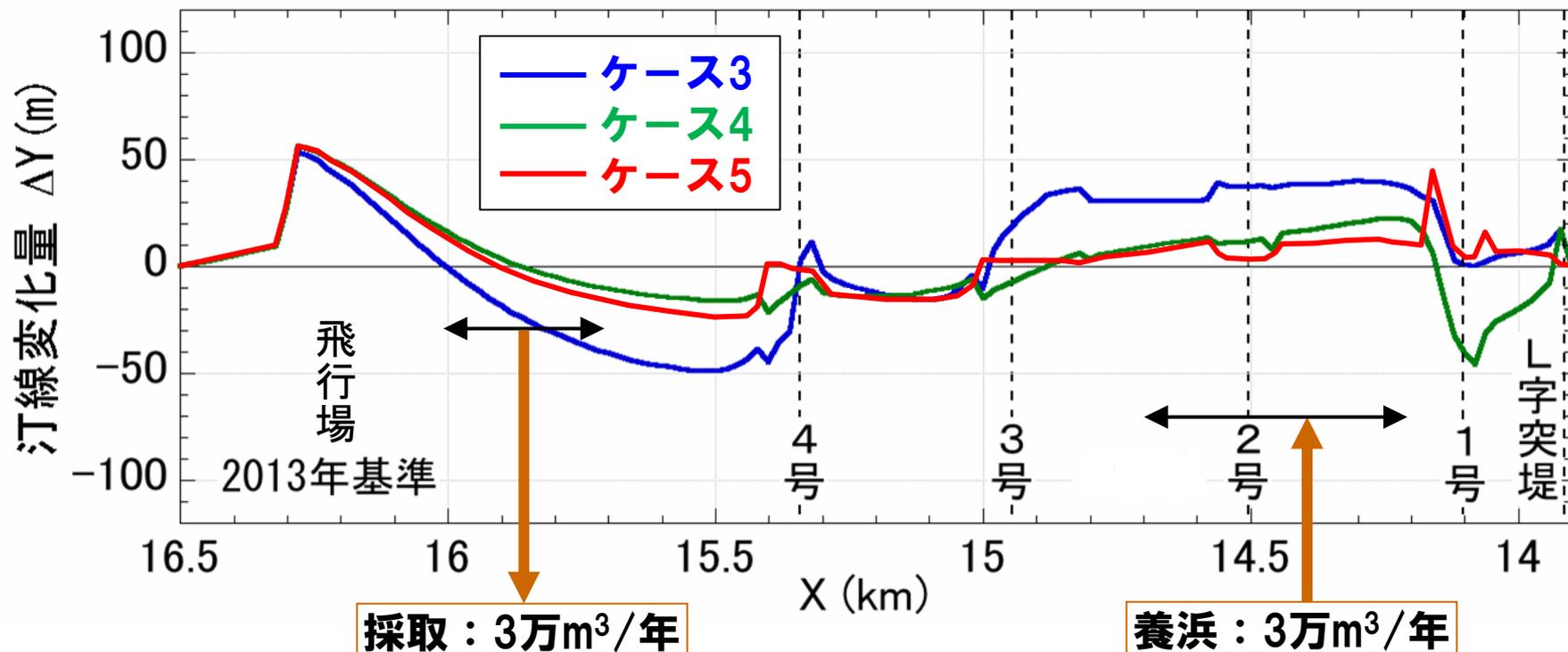


## ■20年後の汀線変化量 (2013年基準)

ケース3：新型離岸堤

ケース4：潜堤 (人工リーフ)

ケース5：突堤 (L字)



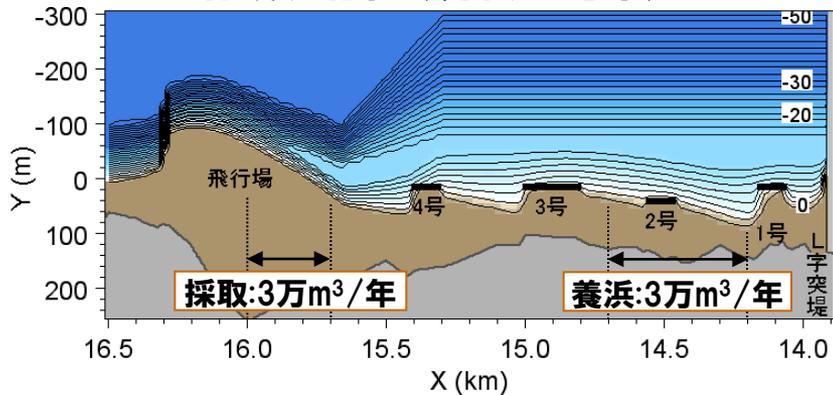
- 新型離岸堤の場合は、1号～3号堤間で汀線が著しく前進するが、4号堤下手では汀線が著しく後退する
- 潜堤 (人工リーフ) の場合は、1号堤周辺で汀線が著しく後退する
- 突堤 (L字型) の場合は、1号堤付近で大きく汀線が前進するが、全体的に消波堤を切下げた場合と比較し、大きな変化はない

L字突堤～飛行場までの砂嘴地形を単純化したモデル地形(展開座標)を用いて計算を実施

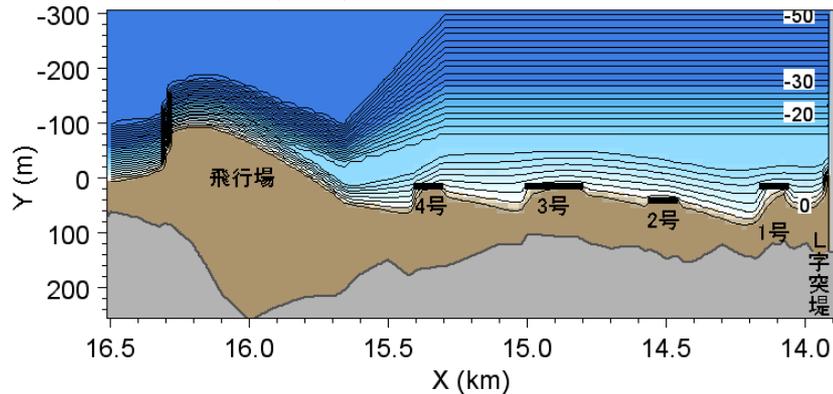
## ○消波堤存置の場合との汀線形状の比較

- **消波堤切下げ** ほぼ同形状
- **新型離岸堤** 1号堤周辺でなめらかになるが、3号～4号堤の凹凸は大きくなる
- **潜堤(人工リーフ)** 1号～4号堤間全域がなめらかになる
- **突堤(L字型)** 施設により不連続となる

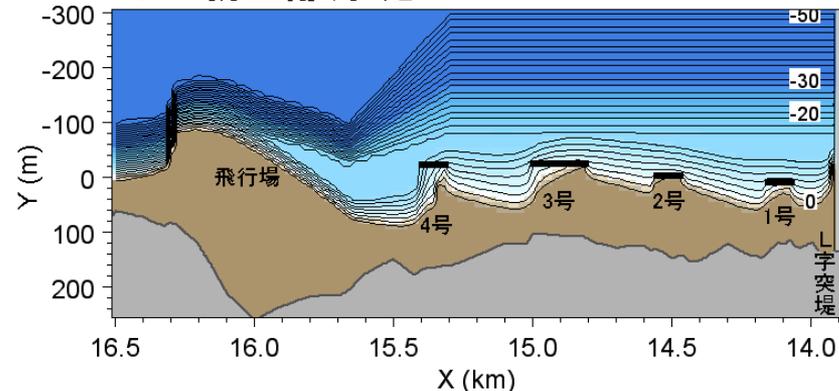
### ケース0：消波堤存置(現状の対策)



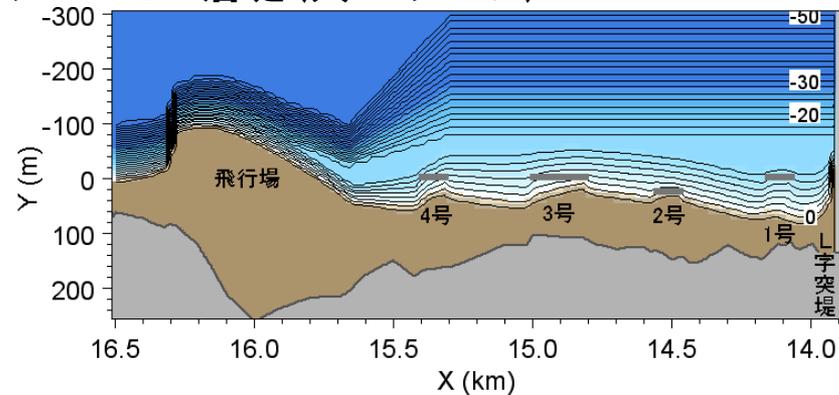
### ケース2：消波堤切下げ



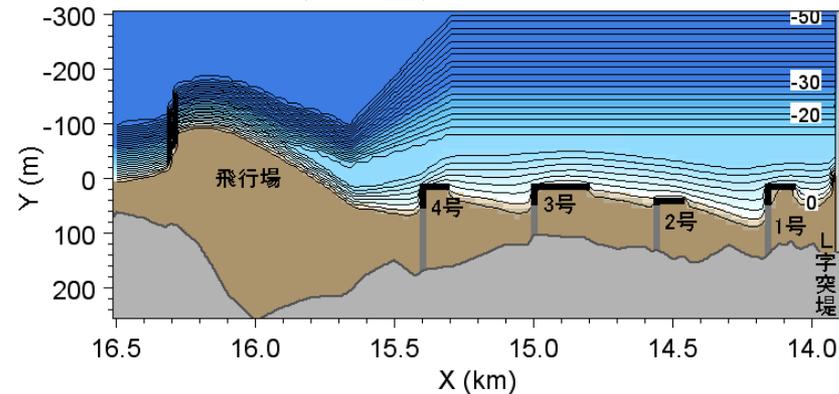
### ケース3：新型離岸堤



### ケース4：潜堤(人工リーフ)



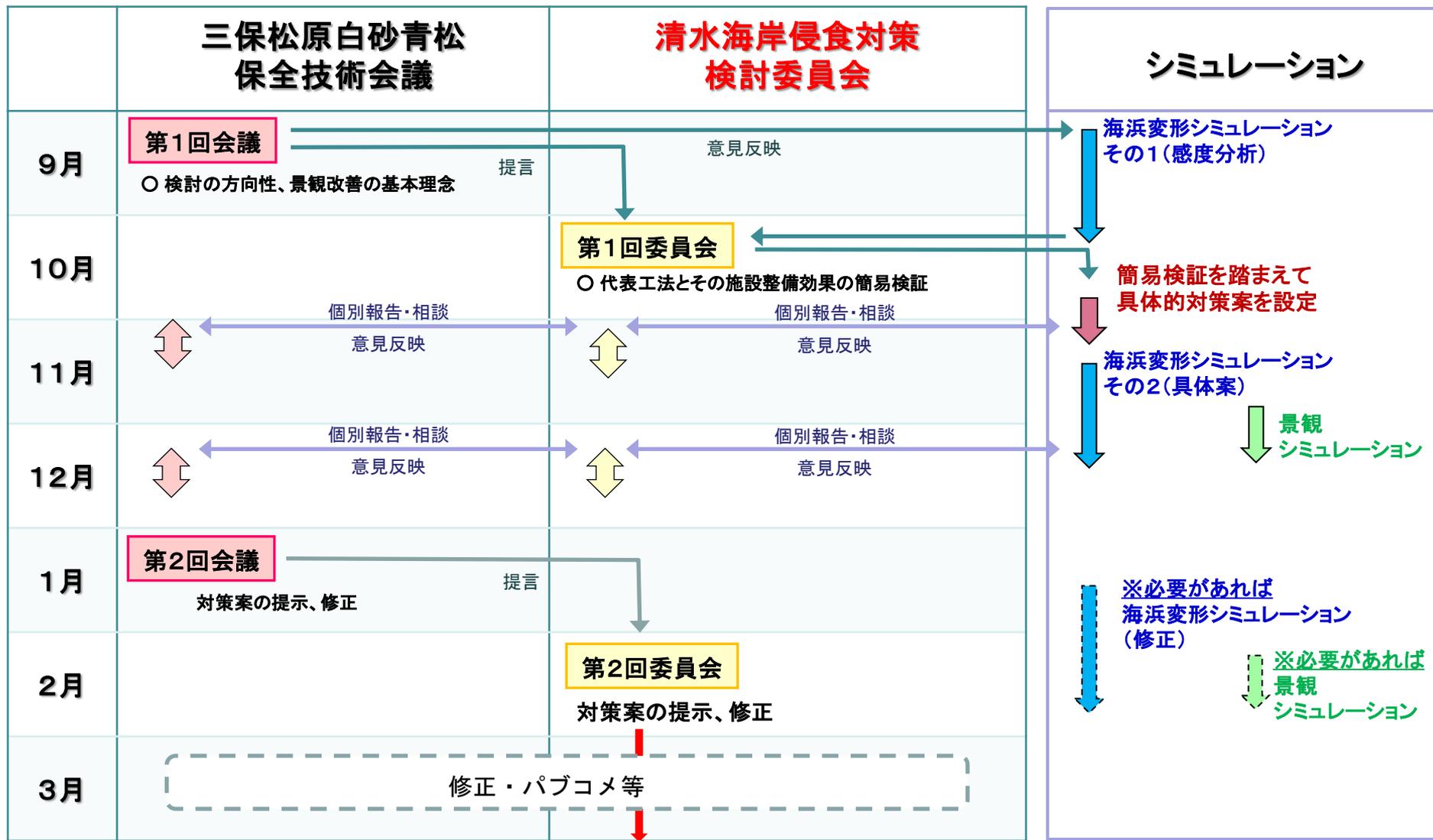
### ケース5：突堤(L字型)



ケース	消波堤	施設整備 (養浜量3万m <sup>3</sup> /年)	シミュレーション結果(20年後)	
			水深変化・汀線変化	汀線形状
0	存置	無し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1号～3号間は概ね現地形を維持</li> <li>・3号・4号下手で侵食が進行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状と同じ凹凸型の汀線(1-2号間はやや改善)</li> </ul>
1	撤去	無し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・L字突堤～1号間の侵食が著しい(砂浜は概ね消失)</li> </ul>	—
2	切下げ	無し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波堤存置の場合と比べ、わずかに侵食量が多くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状と同じ凹凸型の汀線</li> </ul>
3	撤去	新型離岸堤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1号～3号間で堆積するが、4号下手の侵食が著しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状に比べて1号～3号の凹凸はややなめらか、3号～4号下手の凹凸は大きくなる</li> </ul>
4	撤去	潜堤 (人工リーフ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・L字突堤～1号背後で侵食が著しい</li> <li>・1号下手～3号間で堆積するが、3号・4号下手で侵食が進行する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状より凹凸がなめらかになる</li> </ul>
5	撤去	突堤 (L字型)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1号～3号間で堆積するが、3・4号下手で侵食が進行する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状に比べて施設により不連続となる</li> </ul>

# 今後の検討ステップ

## 平成25年度の検討予定



**対策決定**