

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（資料編）

平成25年10月16日
静岡県

目次

■清水海岸の現状

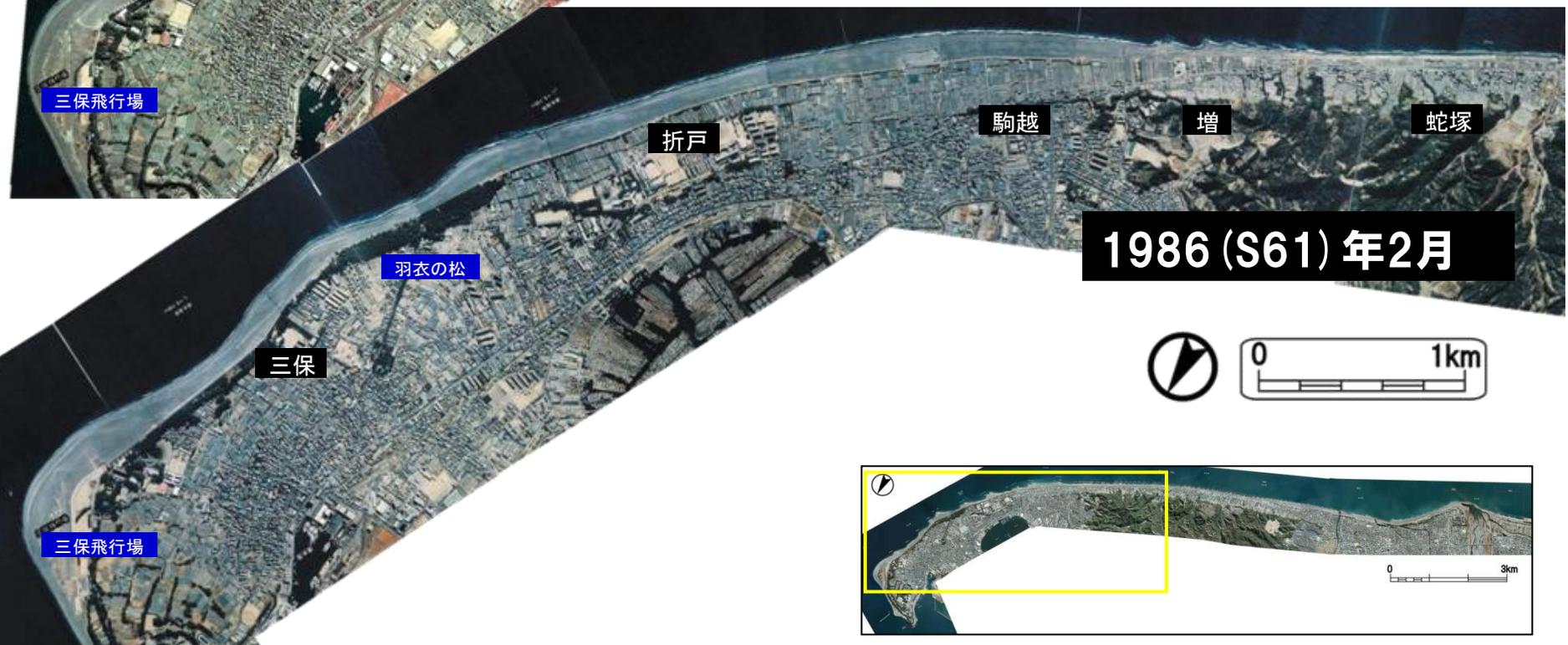
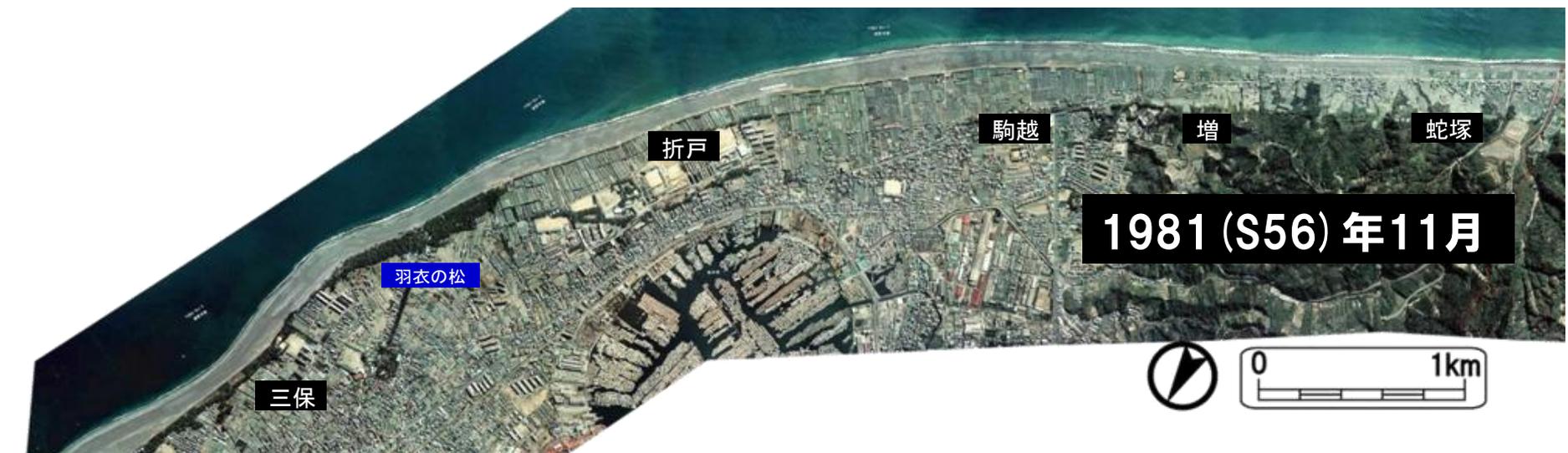
- ・ 航空写真P. 3
- ・ モニタリング結果 (平成24年～)P.10
- ・ 台風18号来襲時の状況 (ヘッドランド区間)P.24
- ・ 三保沖の魚礁モニタリング結果P.29
- ・ その他P.34

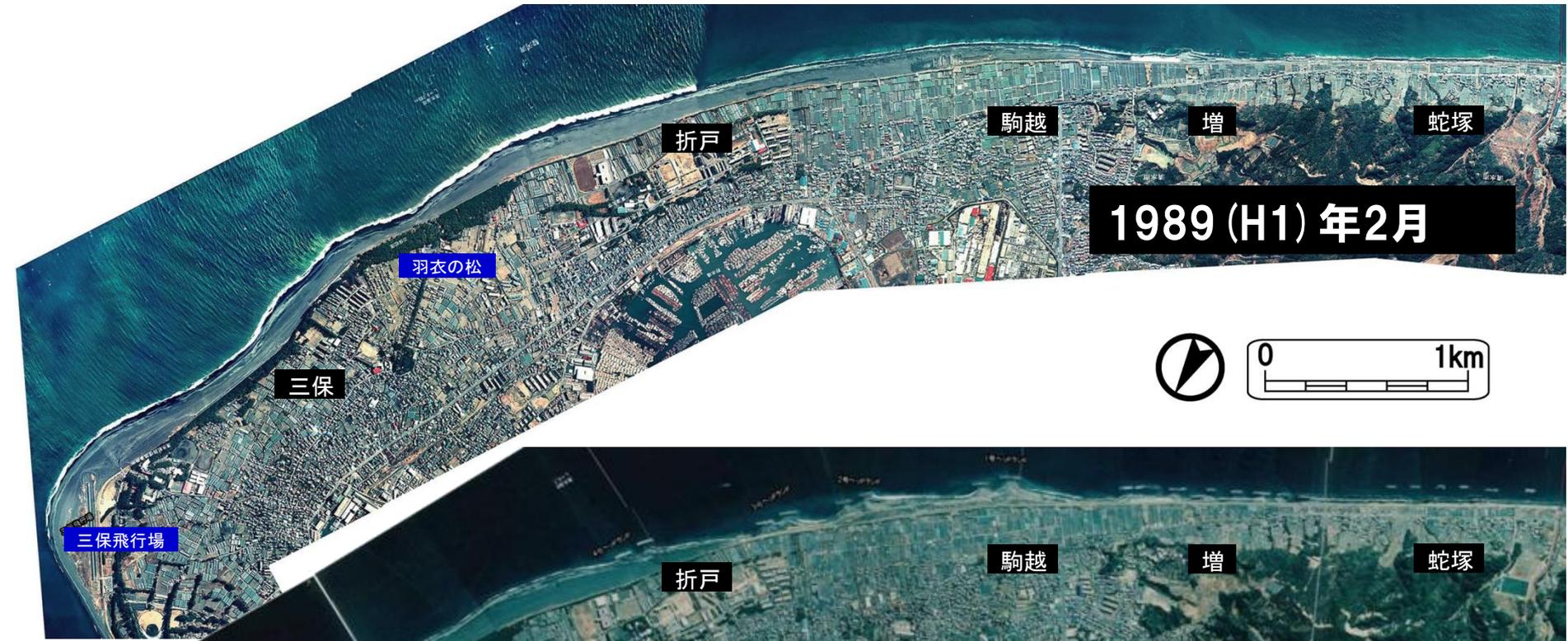
安倍川総合土砂管理計画について

現養浜計画時の予測シミュレーション結果 (平成22年度)

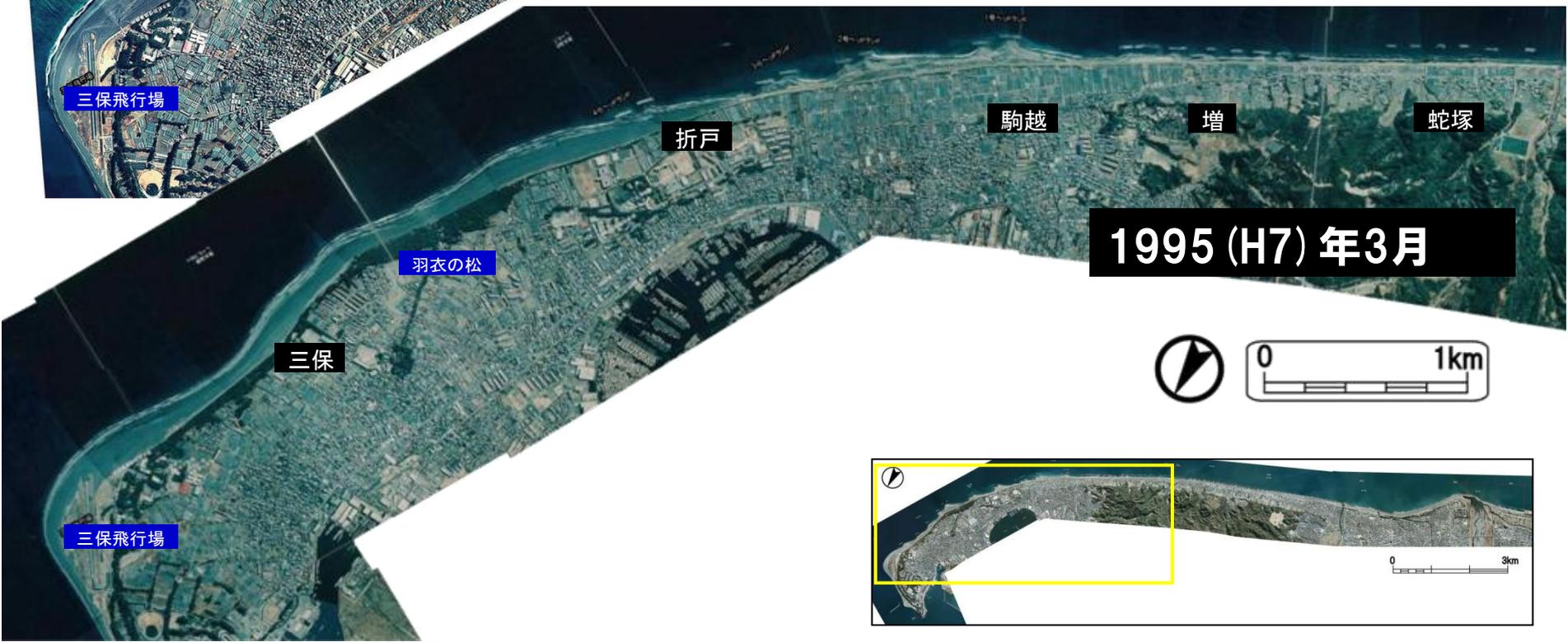
■消波堤区間の景観改善に向けた取り組み

- ・ 景観の現状P.46
- ・ 予測シミュレーションについてP.55





1989 (H1) 年2月



1995 (H7) 年3月



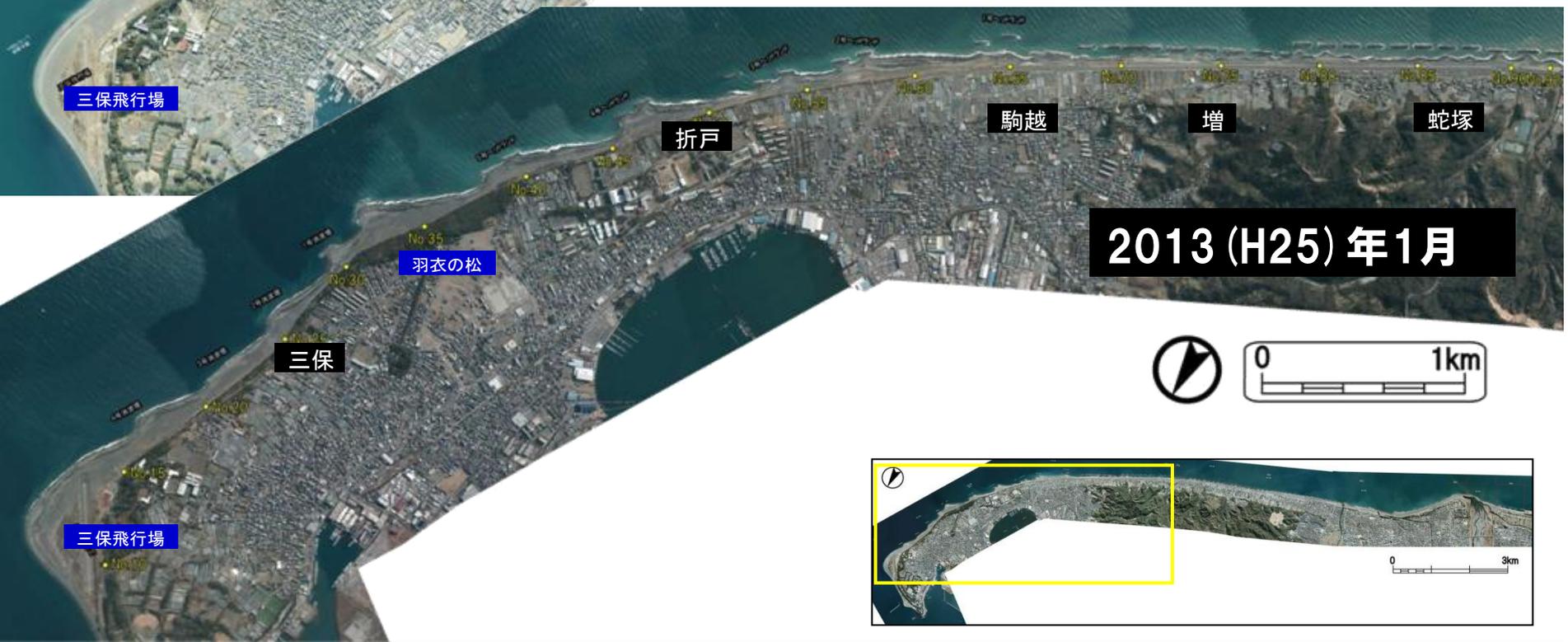


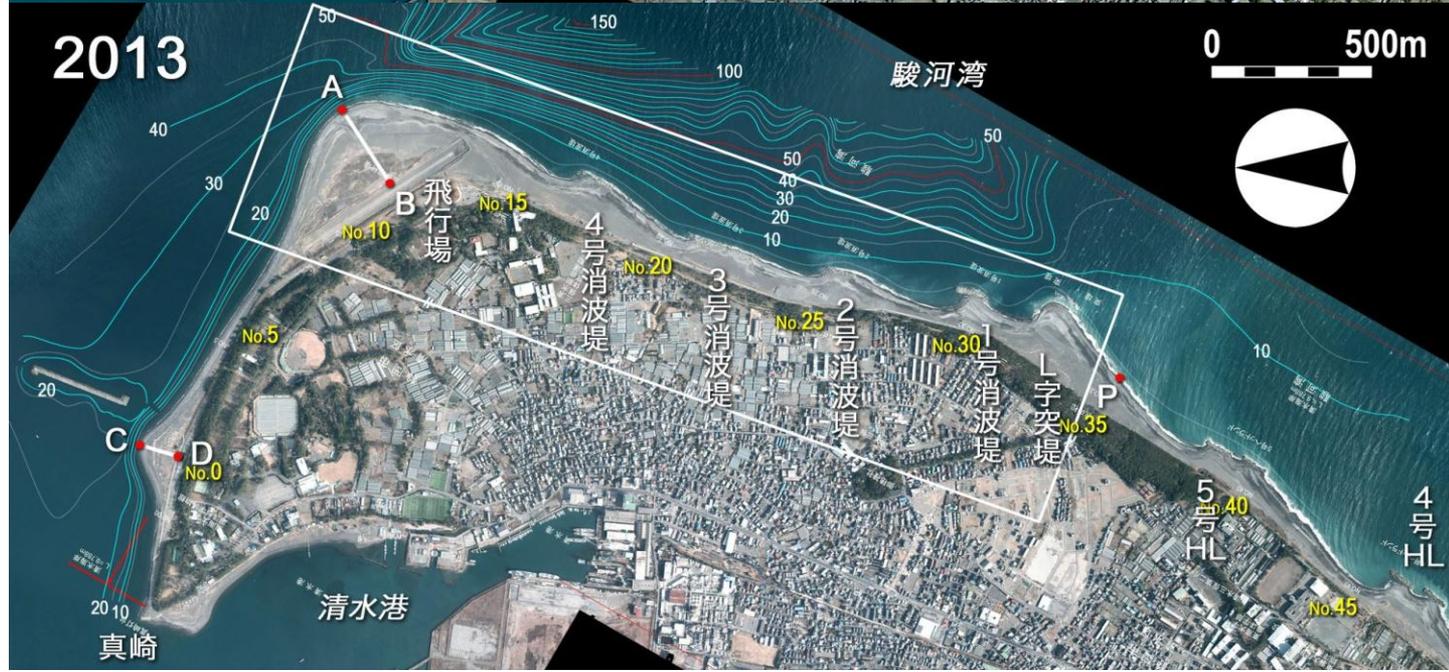
1997 (H9) 年2月



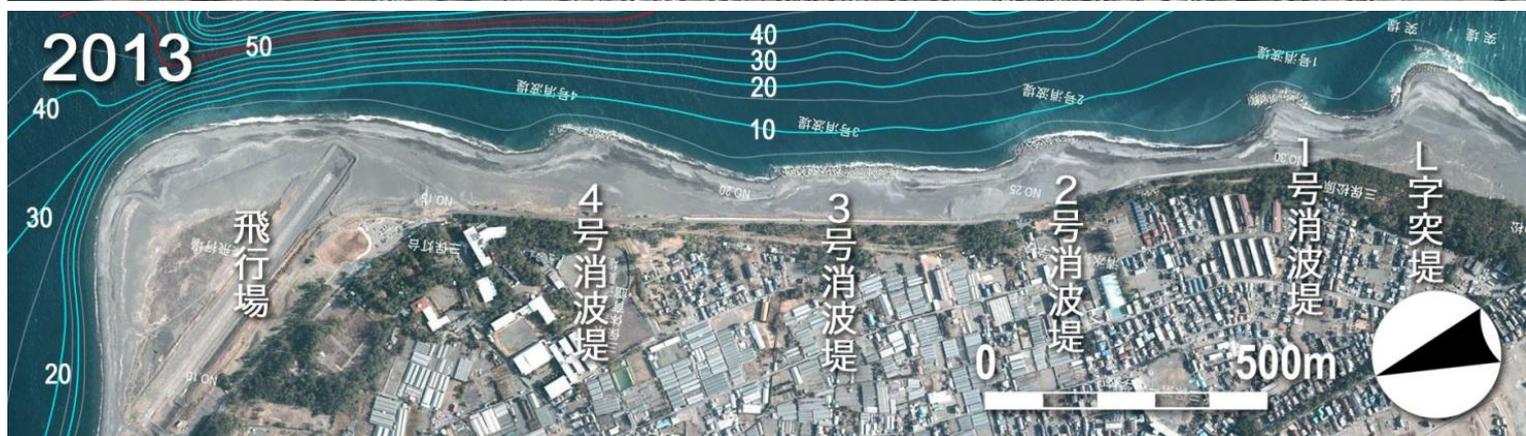
1998 (H10) 年9月











モニタリング内容

以下の目的でモニタリングを実施し、必要に応じて対策方法を改善する。
 ・台風18号の影響と年変化を把握するため、深淺測量を平成25年9月に実施。

区間	消波堤区間下手	消波堤区間	ヘッドランド区間	離岸堤区間	主なモニタリング手法
主な観点	・局所的な侵食の発生など、新たな危険箇所の早期発見				定点写真観測 (定期、高波来襲後)
	・養浜材採取の影響 ・養浜材採取の問題点	・危険箇所の侵食状況 ・サンドリサイクルの効果	・危険箇所の侵食状況 ・サンドバイパスの効果	・危険箇所の侵食状況 ・養浜の効果 (特に、サンドボティの進行)	深淺測量(定期) 深淺測量(高波来襲後)



養浜位置は秋期モニタリング結果を踏まえて決定

年度 月	H23年度			H24年度												H25年度													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
養浜	→							←					→																
台風,低気圧等						4号			17号												実施中								
深淺測量	←							↔					↔								↔								
定点写真観測	⋮			↔				↔				↔	↔	↔	↔														

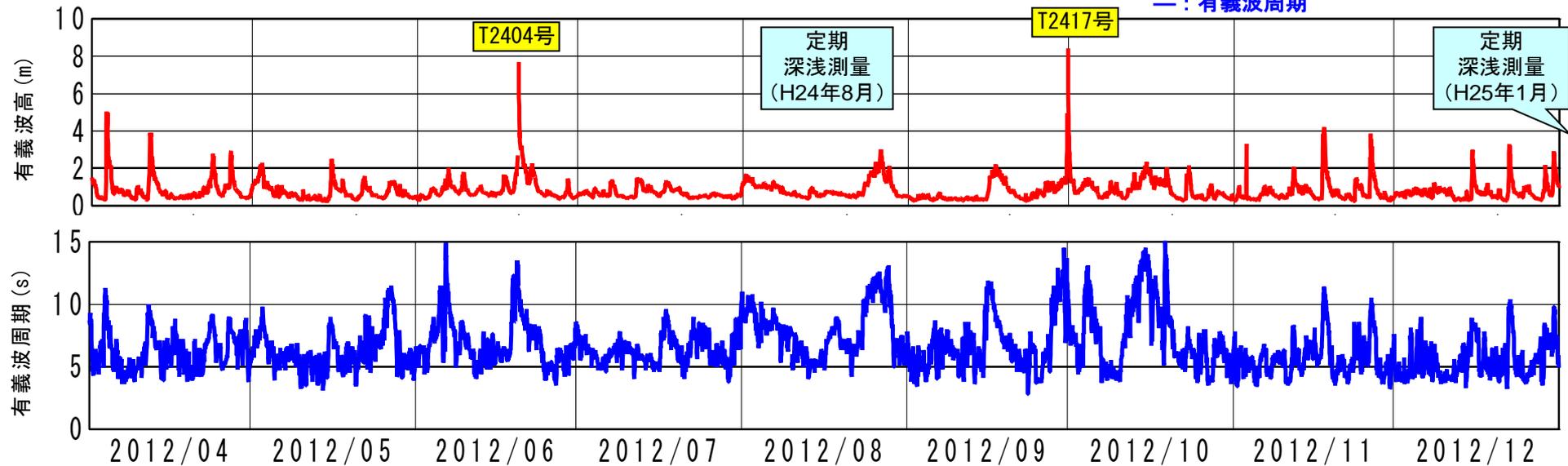
約1年 ・1年間の変化(H23.2比較)
 約1年 ・台風4号の影響把握
 ・台風17号の影響把握
 ・1年間の変化
 ・台風18号の影響把握

【平成24年台風4号、台風17号】
 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2位(台風17号)と上位6位(台風4号)を観測した。※波高上位1位は平成23年台風15号来襲時

久能観測所波浪データ(毎正時)

期間：2012年 4月 1日～2012年12月31日

—：有義波高
 —：有義波周期



波高規模等

※波高規模の評価は石廊崎のデータを使用

	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4号	7.67m, 13.5s	10～20年 確率波相当	S	<ul style="list-style-type: none"> 久能で観測開始から波高上位6位 有義波高3m以上が約20時間継続 安倍川出水量(手越)はピーク流量$2,467\text{m}^3/\text{s}$(近10年で2位) 	ピーク時波高 $H_{1/3}$ ：9.91m
台風17号	8.40m, 13.7s	40年 確率波相当	S	<ul style="list-style-type: none"> 久能で観測開始から波高上位2位 有義波高3m以上が約10時間継続 安倍川出水量は未観測(水記記録より流量は$1,000\text{m}^3/\text{s}$程度以下と推測) 	ピーク時波高 $H_{1/3}$ ：11.59m



全体の土砂収支(平成24年度)

【平成24年台風4号、台風17号による影響】

- ・ 静岡海岸～増・蛇塚地区ではT.P.-4m以浅(主に礫質)、-4m以深(主に砂質)共に増加傾向。
- ・ 養浜実施により、ヘッドランド区間・消波堤区間ともにT.P.-4m以浅は安定傾向であったが、深い箇所の土量は減少している。

■全体の土砂変化量(※H24.1～H25.1台風17号後) H12年基準 (万m³/期間)

区間	清水海岸計	消波堤下手	消波堤	ヘッドランド	離岸堤	静岡
T. P. -4～-8m, -12m (主に砂質)	-10.9	+0.2	-1.2	-10.6	+0.7	+1.3
T. P. +7～-4m (主に礫質)	+10.7	+0.7	-4.1	+5.7	+8.4	+26.9
内, 養浜および採取	+11.6	-6.0 (H23・H24事業計)	+6.0 (H23・H24事業計)	+9.2	+2.4	-
合計: T. P. +7～ -8m, -12m	-0.2	+0.9	-5.3	-4.9	+9.1	+28.2

《参考》※2000 (H12) 年以降の土量変化傾向 (万m³/年)

	清水海岸計	消波堤下手	消波堤	ヘッドランド	離岸堤	静岡
T. P. -4～-8m, -12m (主に砂質)	+2	+1	-1	0(概ね安定)	+1	0(概ね安定)
T. P. +7～-4m (主に礫質)	-3	0(概ね安定)	-5	0(概ね安定)	+2	+12.0



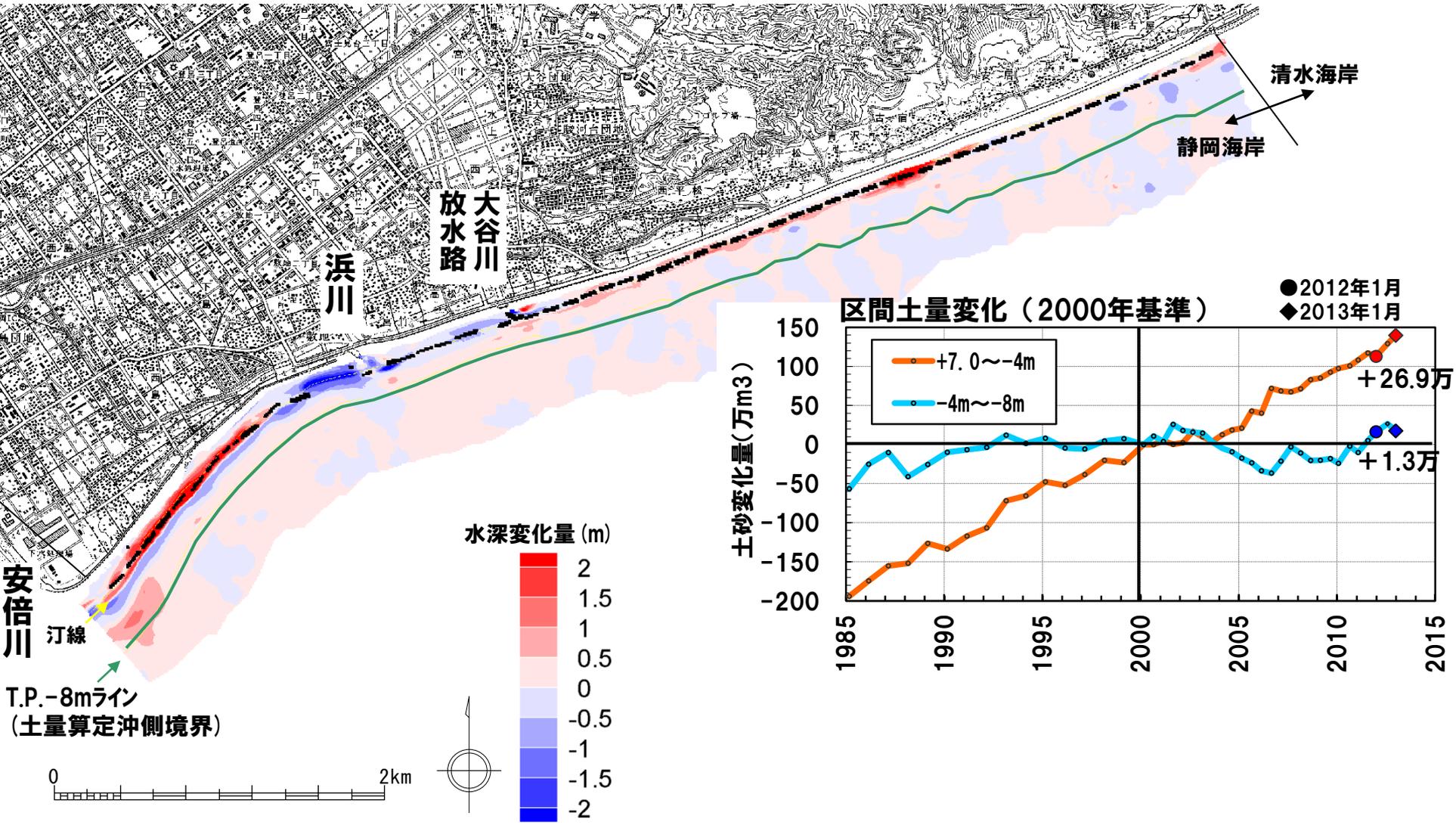
写真:平成25(2013)年1月撮影

静岡海岸の水深変化と土量変化

■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化

- ・安倍川河口付近の離岸堤背後で堆積、沖側は侵食が見られる。
- ・浜川右岸の離岸堤開口部で侵食が進行。

【静岡海岸の水深変化図】 2012 (H24) 年1月～2013 (H25) 年1月※の変化 ※台風17号来襲後



静岡海岸のサンドボディについて

■昨年度（2012年1月～2013年1月）はサンドボディ先端位置の進行はない。

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



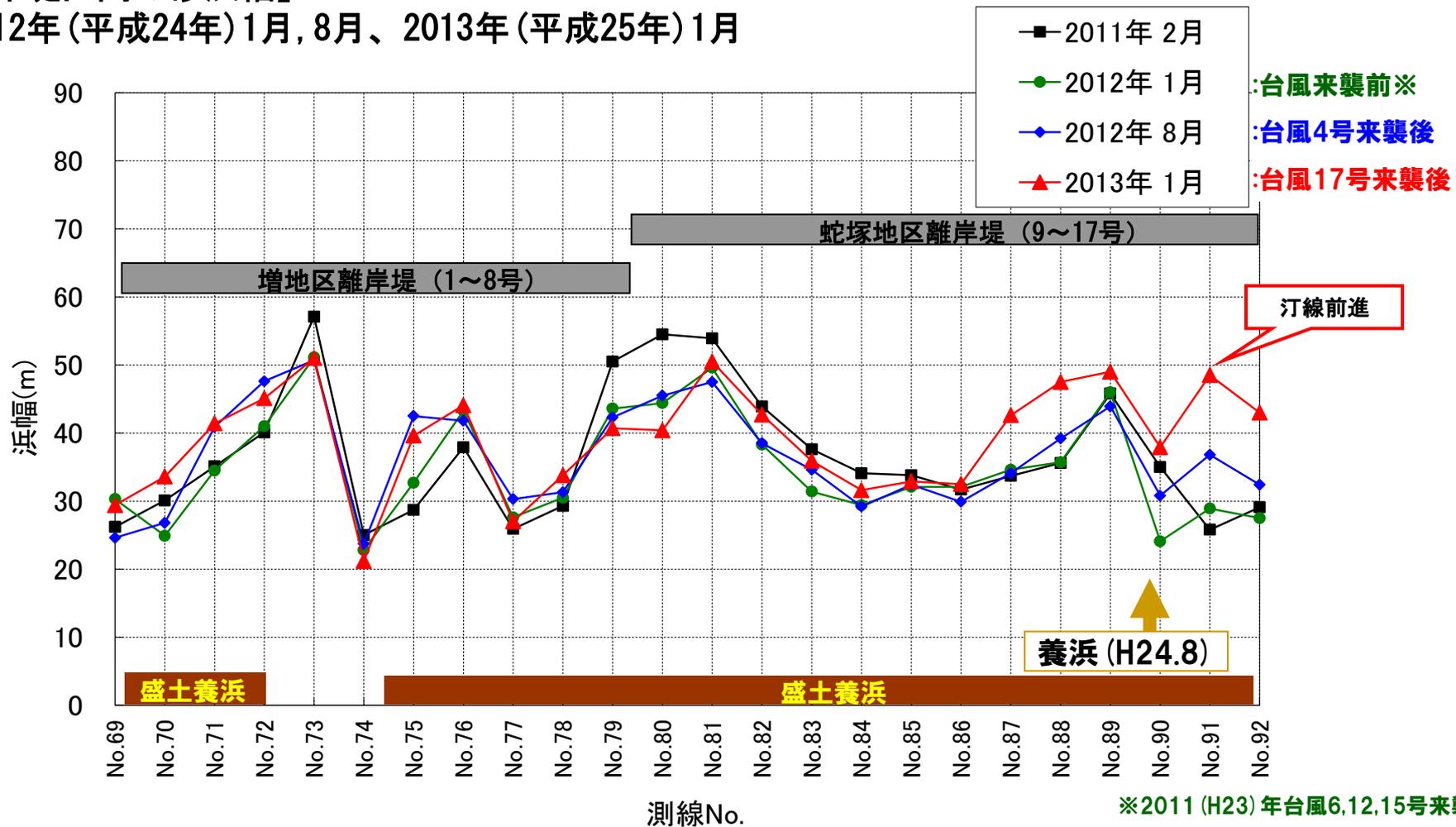
離岸堤区間の砂浜幅

■（増・蛇塚地区離岸堤区間） 台風4号,17号来襲前後の変化

- ・サンドボディの到達は確認できないが、養浜により蛇塚地区離岸堤区間上手で汀線が前進。
- ・局所的な侵食・洗掘など、危険個所は見られない。

【離岸堤区間の砂浜幅】

2012年(平成24年)1月、8月、2013年(平成25年)1月

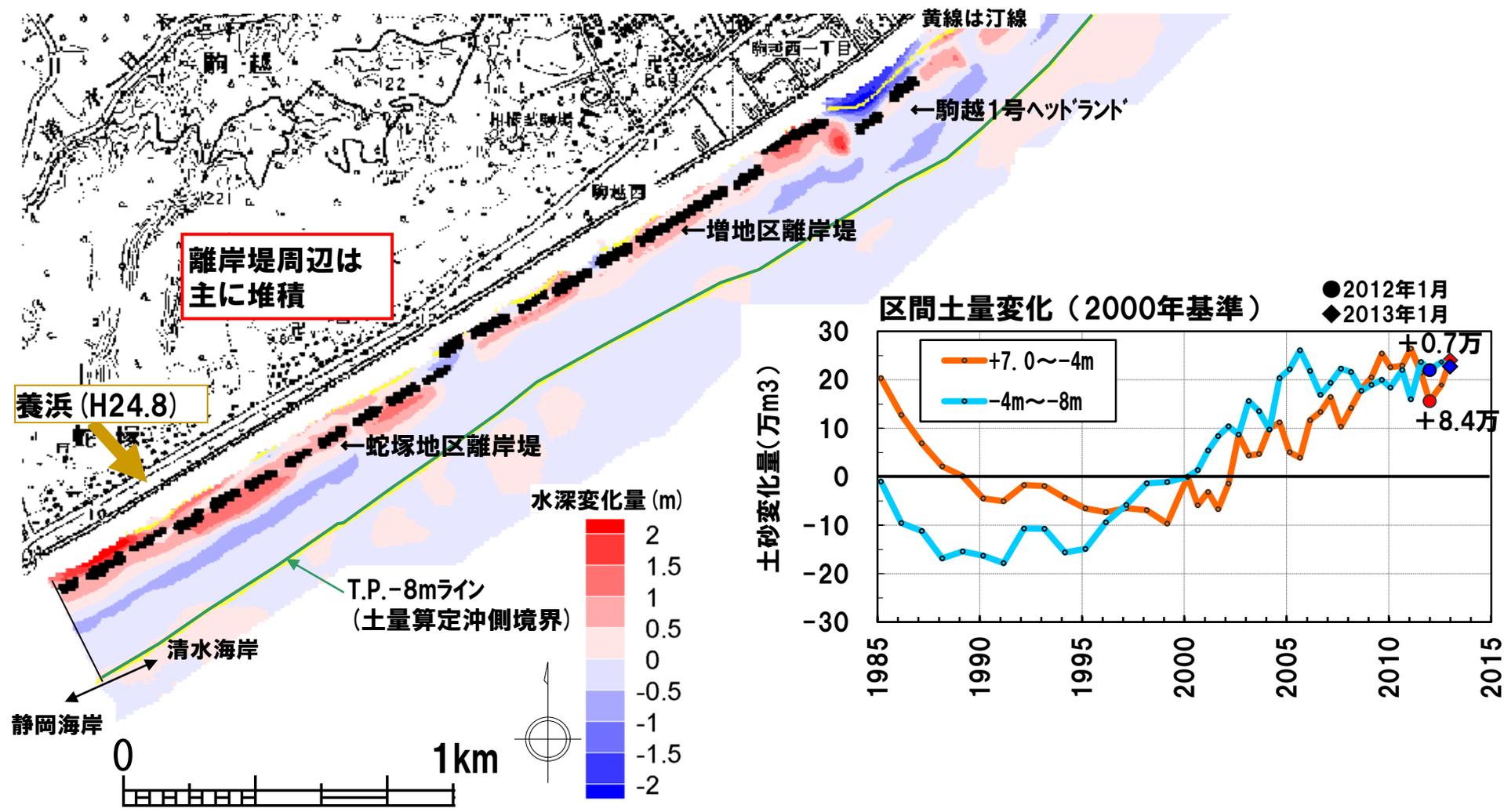


離岸堤区間の水深変化と土量変化

■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化

- ・サンドボディの到達は確認できないが、養浜により蛇塚地区離岸堤区間上手で堆積。
- ・局所的な侵食・洗掘など、危険個所は見られない。

【離岸堤区間の水深変化図】 2012 (H24) 年1月～2013 (H25) 年1月※の変化 ※台風4号,17号来襲後



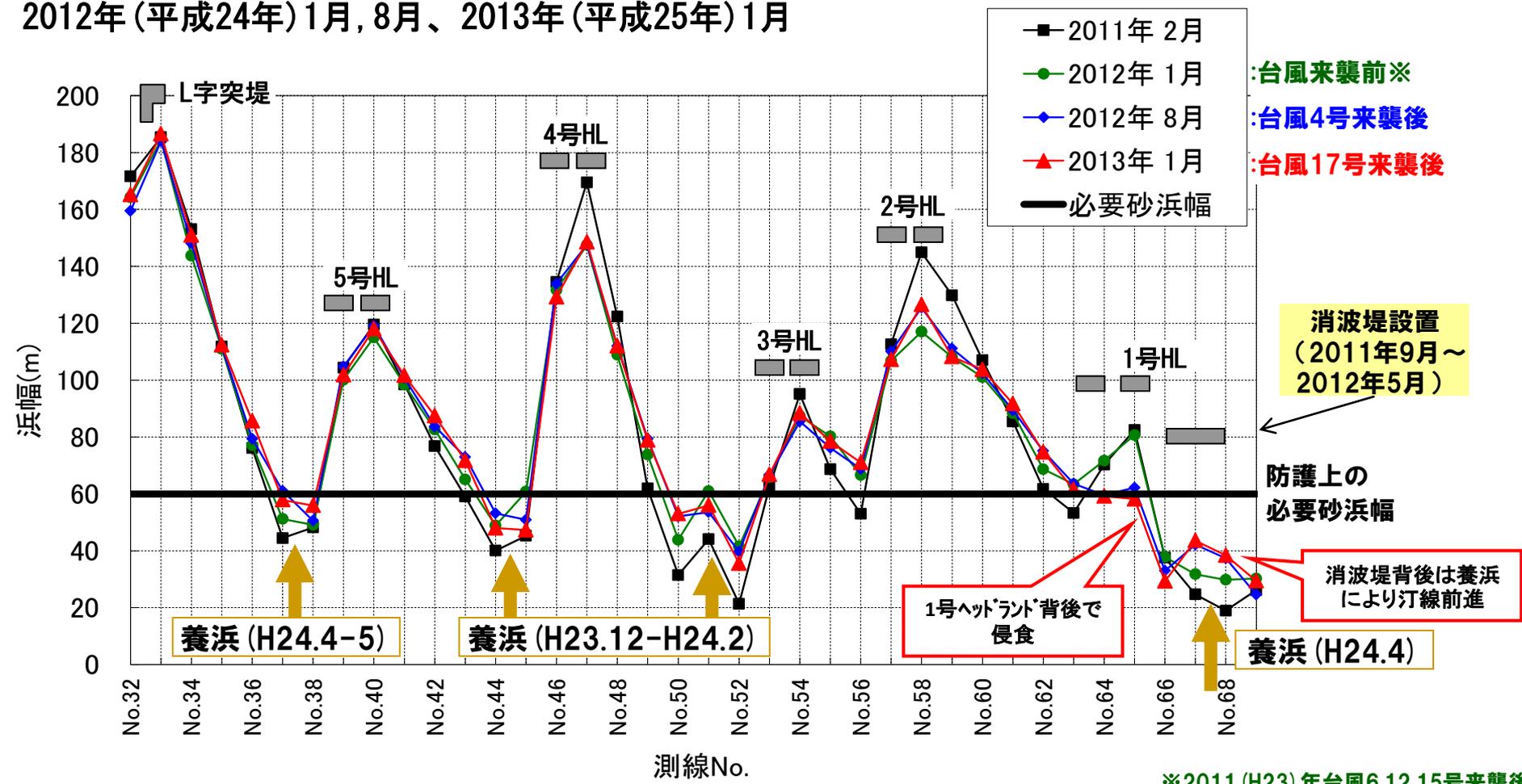
ヘッドランド区間の砂浜幅

■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化

- ・1号ヘッドランド上手では消波堤設置により侵食が抑制され、盛土養浜により浜幅が広がった。
- ・1号ヘッドランド背後で侵食が進行（漂砂上手[増・蛇塚地区]からの漂砂量が少ないためと推測される）。

【ヘッドランド区間の砂浜幅】

2012年(平成24年)1月, 8月、2013年(平成25年)1月



※2011 (H23) 年台風6,12,15号来襲後

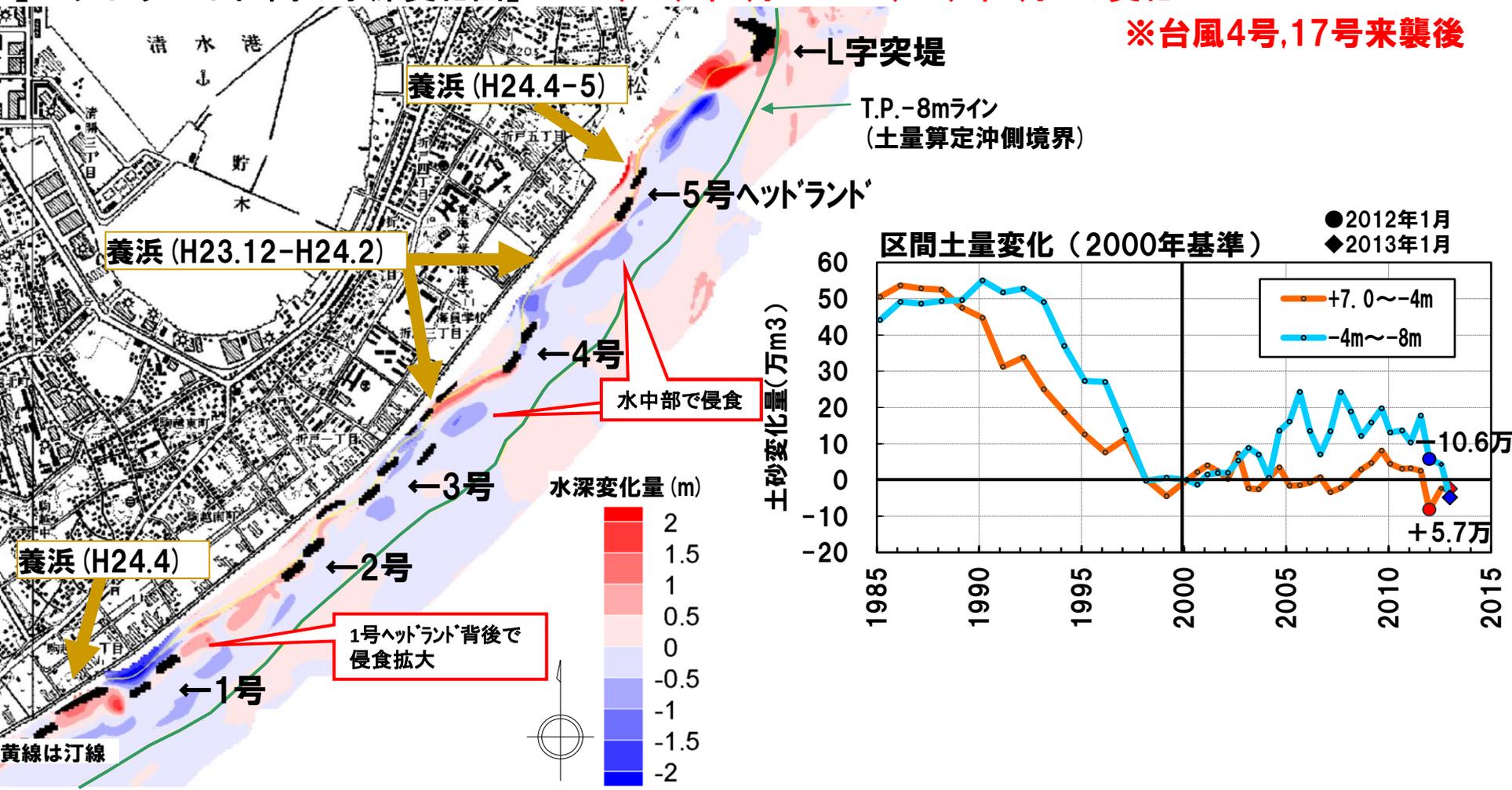
ヘッドランド区間の水深変化と土量変化

■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化

- ・1号ヘッドランド背後の侵食が進行（漂砂上手からの漂砂量が少ないためと推測される）。
- ・2号ヘッドランド～L字突堤間の陸上部は養浜実施により、概ね安定傾向である。
- ・3号ヘッドランド周辺,4～5号ヘッドランド間の水中部は侵食傾向である。

【ヘッドランド区間の水深変化図】 2012 (H24) 年1月～2013 (H25) 年1月※の変化

※台風4号,17号来襲後



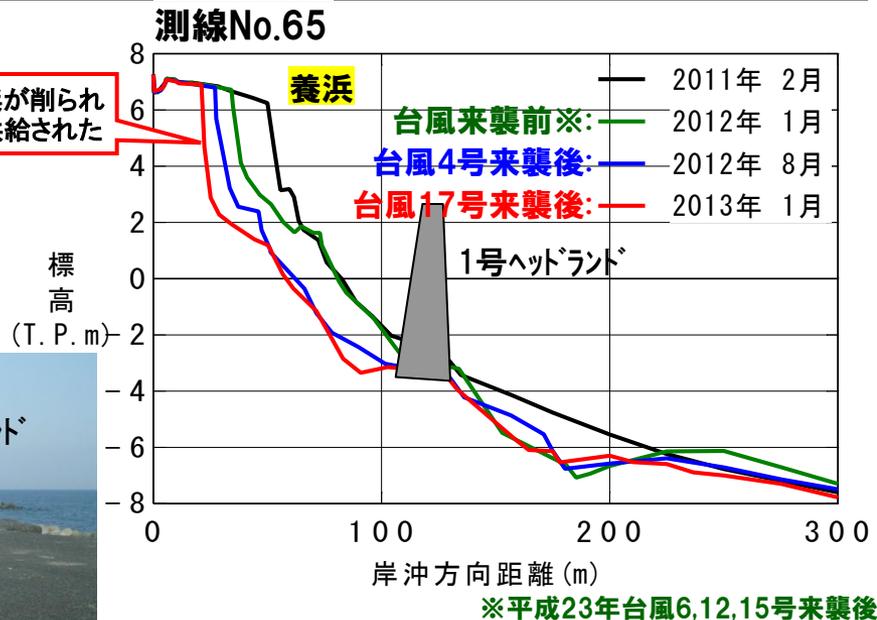
ヘッドランド区間の対策

■ヘッドランド区間

- ・1号ヘッドランド背後で侵食が進行している。
(H25年7~8月に国交省工事により養浜2.4万m³を実施)

■1号ヘッドランド背後

盛土養浜流出
トンボロ消失



養浜2.9万m³ (H25.1-3)

養浜2.7万m³ (H25.3-5)

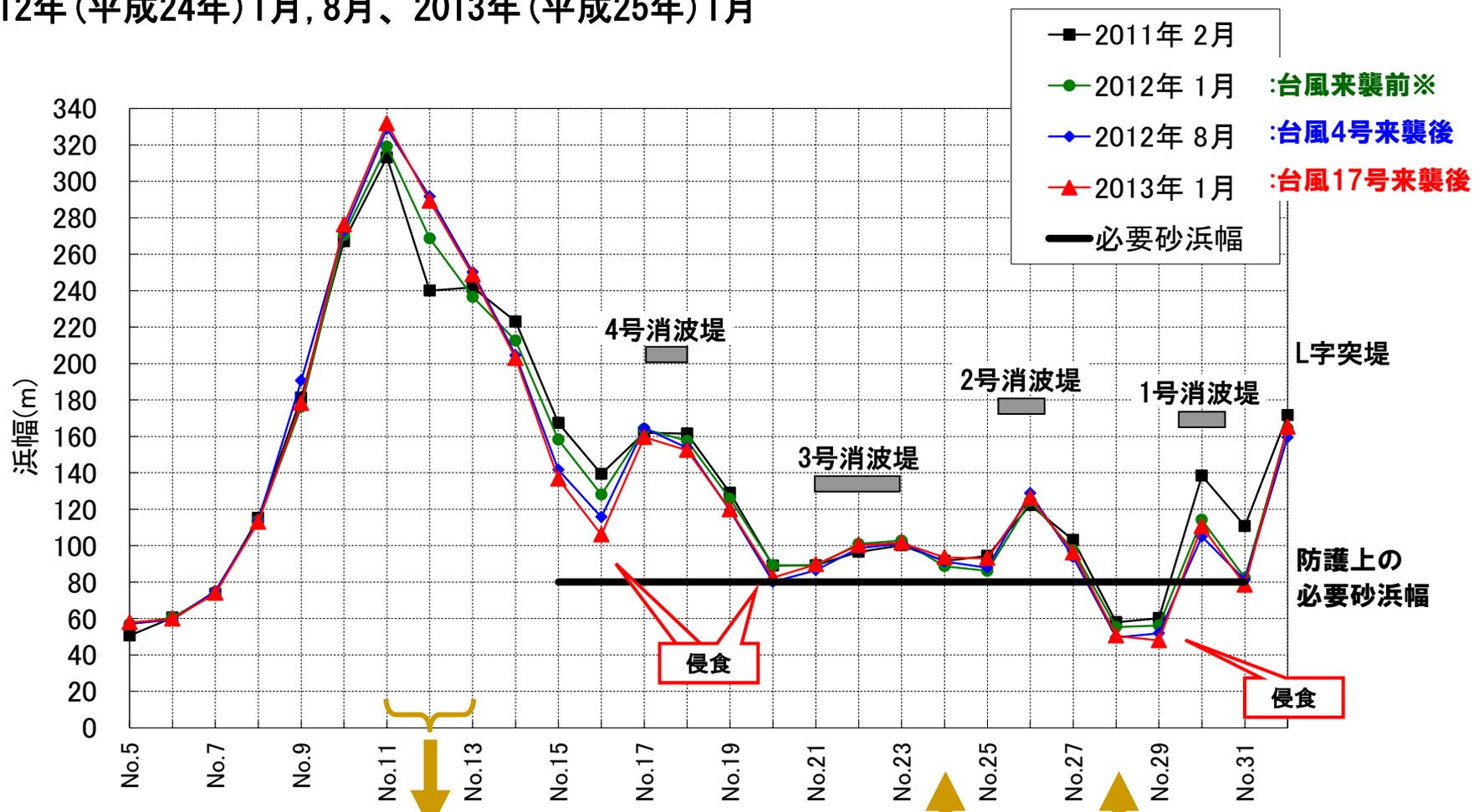
養浜2.4万m³ (H25.7-8)

消波堤区間の砂浜幅

■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化
 ・全体的には砂浜幅は維持されているが、1,3,4号消波堤下手で局所的に侵食が進行している。

【消波堤区間の砂浜幅】

2012年(平成24年)1月,8月、2013年(平成25年)1月



リサイクル養浜材採取 (2012年1-3月,11-12月)

測線No.

養浜 (2012年1-3月,11-12月)

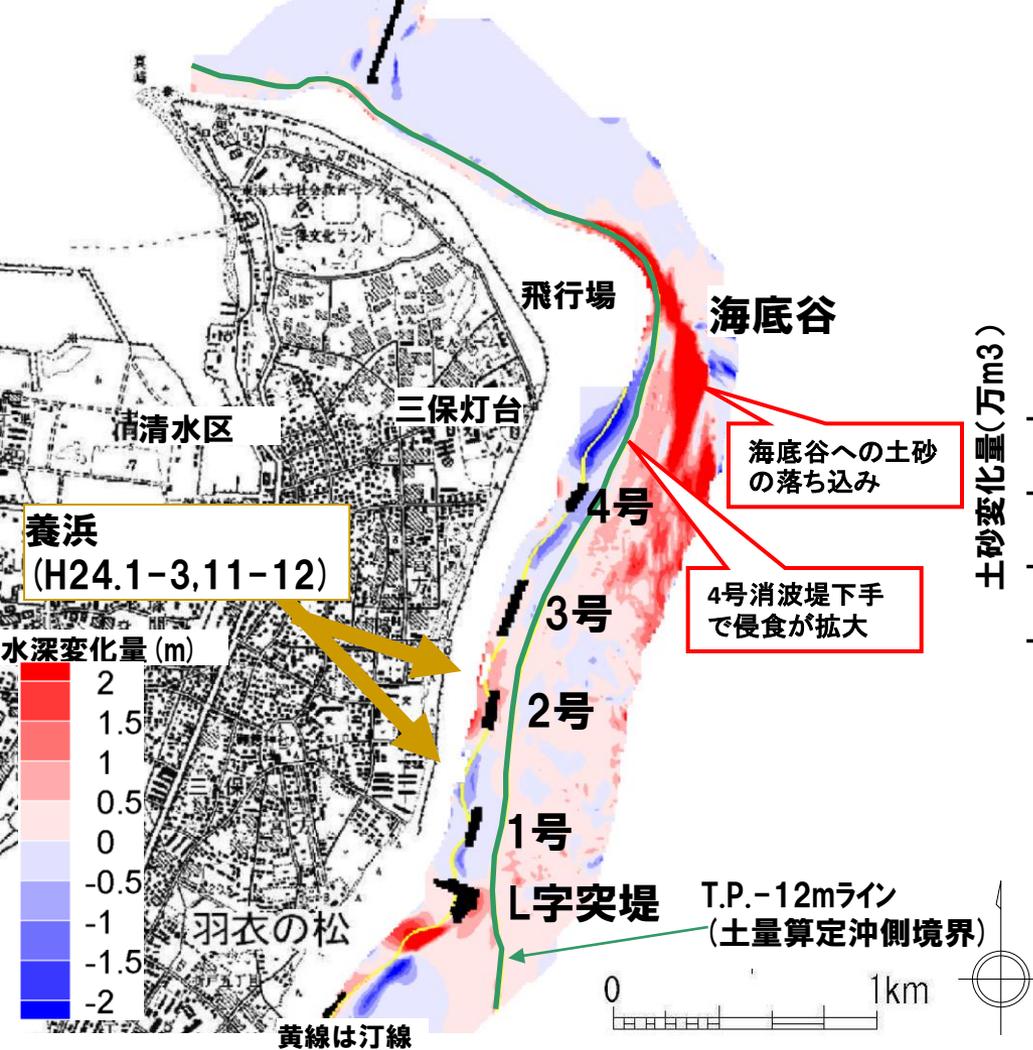
※2011 (H23) 年台風6,12,15号来襲後

消波堤区間の水深変化と土量変化

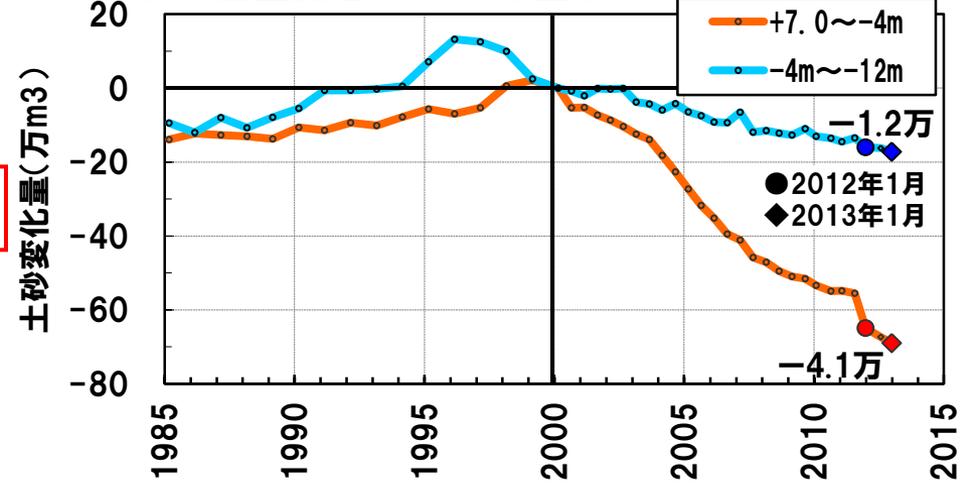
■平成24年台風4号,17号来襲前後の変化

- ・ 1号,2号消波堤下手は台風来襲前と直後に養浜を実施し、地形変化は比較的少ない
- ・ 4号消波堤下手で侵食が進行（堤防嵩上げ工事完了（平成25年9月））

【消波堤区間の水深変化図】 2012 (H24) 年1月～2013 (H25) 年1月※の変化 ※台風4号,17号来襲後



区間土量変化 (2000年基準)



消波堤区間の侵食対策

■清水海岸（消波堤区間）

- ・ 1,2号消波堤下手の砂浜が狭い区間にサンドリサイクル養浜3万m³を実施

■1号消波堤下手



H24.8撮影



H25.4撮影

養浜

盛土養浜が移動し周辺に供給された



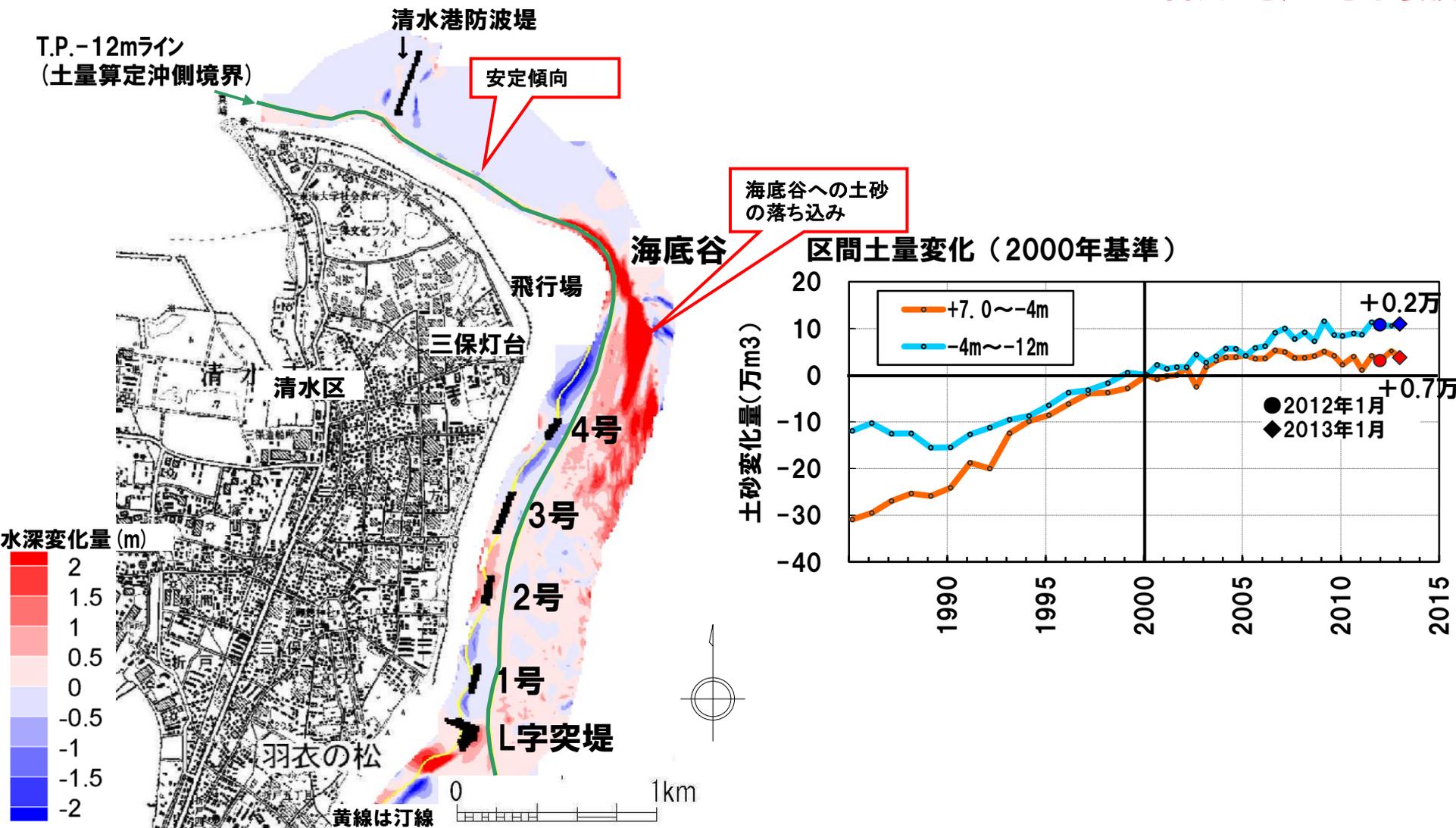
養浜 (2012年1-3月,11-12月) 写真: 2013 (H25) 年1月撮影

消波堤区間下手 [飛行場～真崎] の水深変化と土量変化

■平成24年台風4,17号来襲前後の変化

・養浜材採取箇所の前面では、水深が深い場所まで著しい堆積傾向を示し、海底谷へ土砂が移動している。

【消波堤区間下手の水深変化図】 2012 (H24) 年1月～2013 (H25) 年1月※の変化 ※台風4号,17号来襲後



平成25年台風18号時の状況(波浪データ)

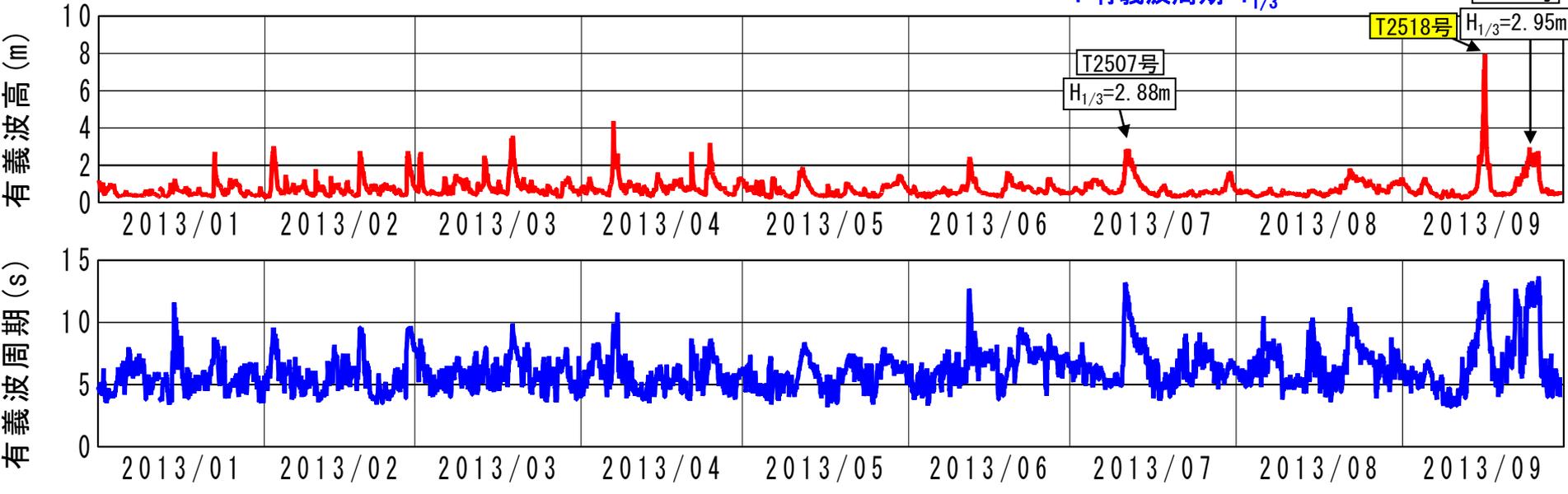
台風18号【9月16日9時】
 久能観測所では、平成12年に観測を開始してからの波高上位5位を観測した。

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



久能観測所波浪データ(毎正時) 期間: 2013年1月1日~2013年9月30日



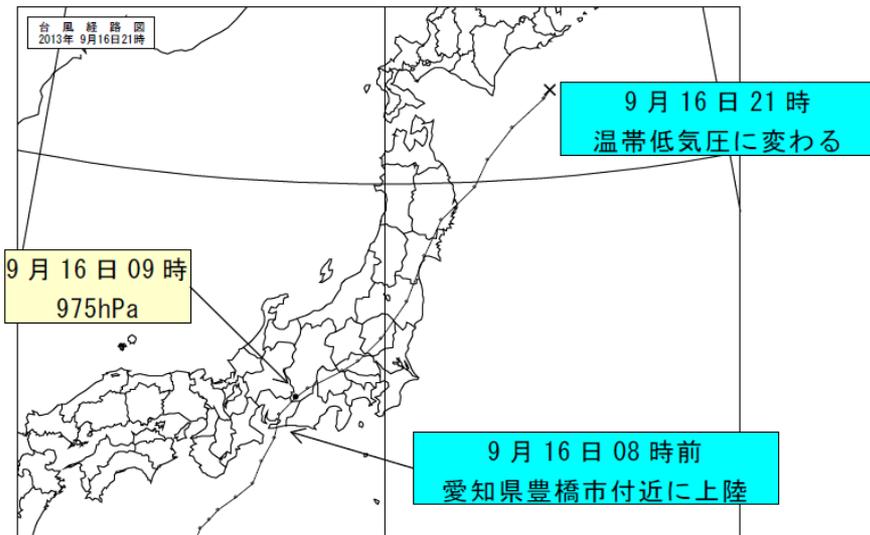
波高規模等

※波高規模の評価は石廊崎のデータを使用

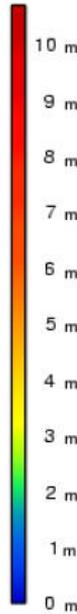
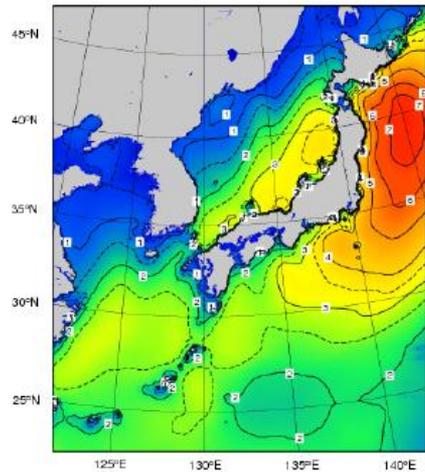
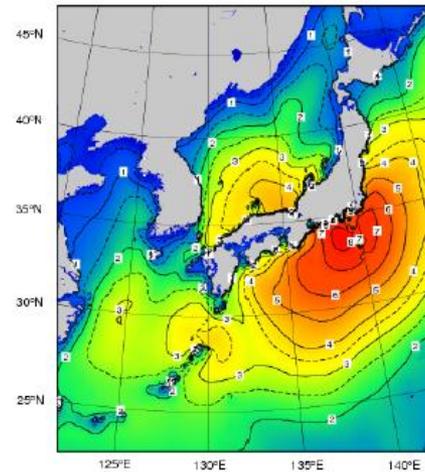
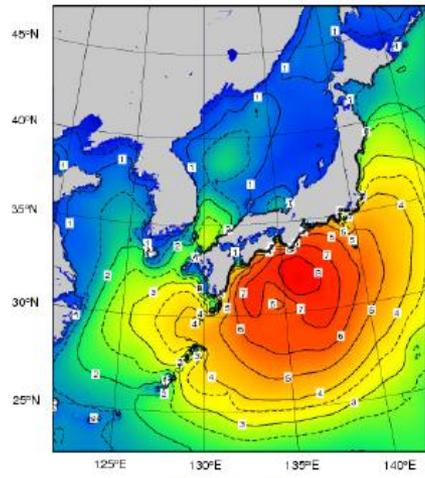
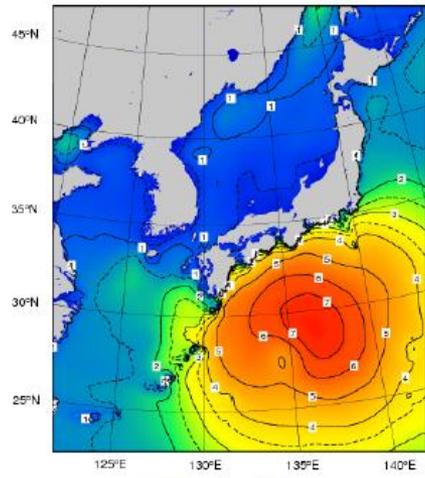
	波高 $H_{1/3}$, 周期 $T_{1/3}$	波高規模*	波向	その他	石廊崎波浪
台風18号	7.97m, 13.1s	10~20年 確率波相当	S	<ul style="list-style-type: none"> 久能で観測開始から波高上位5位 有義波高3m以上が約20時間継続 安倍川出水量(手越)(近10年で4位) (ピーク流量2,121m³/s) 	ピーク時波高 $H_{1/3}$: 9.8m

台風18号の概況

■ 台風経路図



■ 沿岸波浪実況図

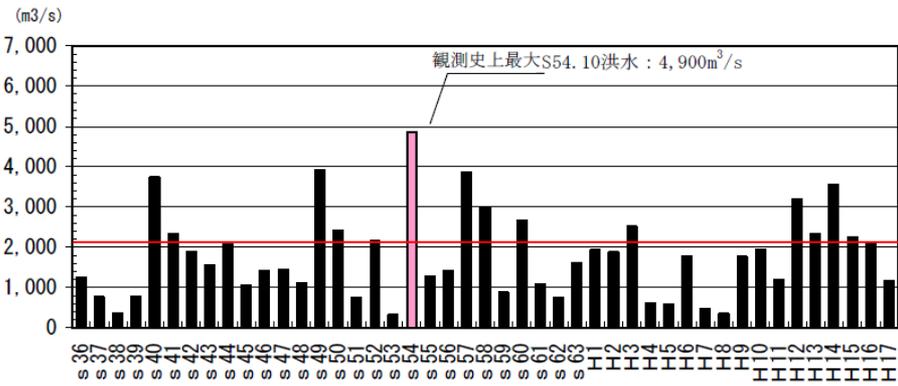


安倍川流量について

・台風18号来襲時の最大流量は、2121m³/sを記録

表-3.4.1 整備計画目標流量

河川名	地点名	整備計画目標流量	備考
安倍川	手越	4,900m ³ /s 計画高水流量 (6,000m ³ /s)	観測史上最大流量が観測された昭和54年10月洪水のピーク流量 (流量確率：W=1/50年)



【整備計画目標流量配分図】

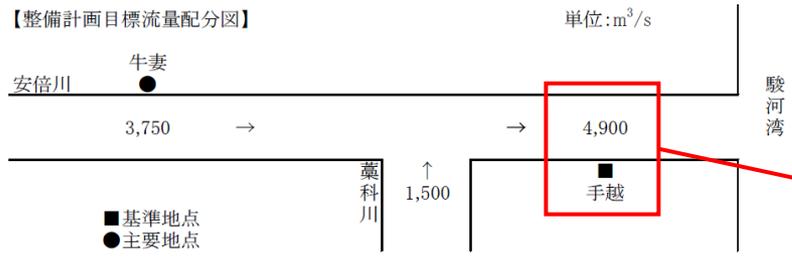
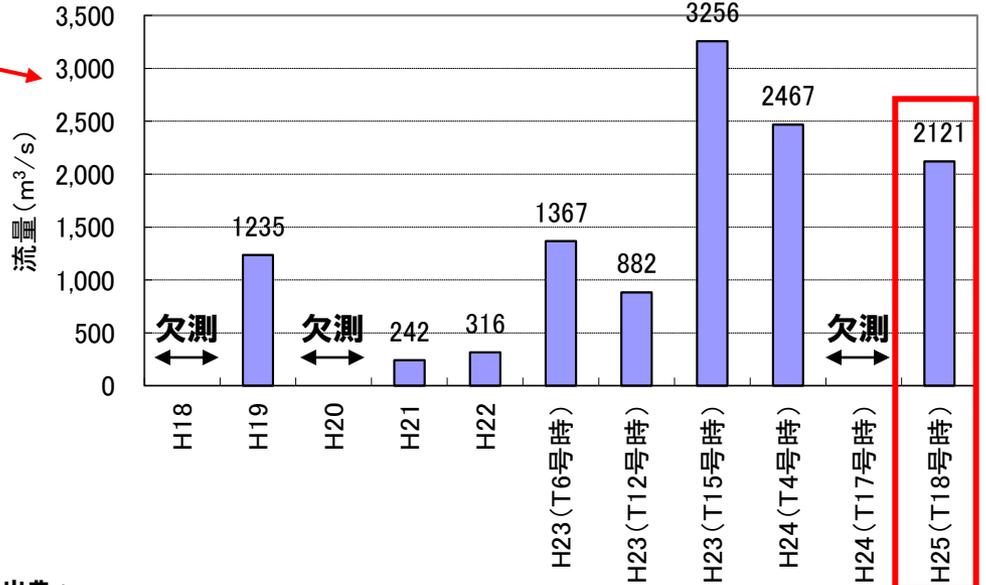


図-3.4.1 整備計画目標流量配分図

出典：安倍川水系河川整備計画

H18～22年最大流量とH23～25台風時流量の比較（手越観測所）



ヘッドランド区間の状況(台風18号)

- ・各ヘッドランド下手は遡上した多量の波が盛土養浜断面に作用
- ・養浜材の流出は生じたが、養浜断面が残る箇所は背後地への越波は生じていない

■4号ヘッドランド下手

台風来襲時の状況



写真：平成25(2013)年1月撮影

ヘッドランド区間の状況(台風18号)

・各ヘッドランド下手の養浜材の流出が著しい

4号ヘッドランド下手

台風来襲前

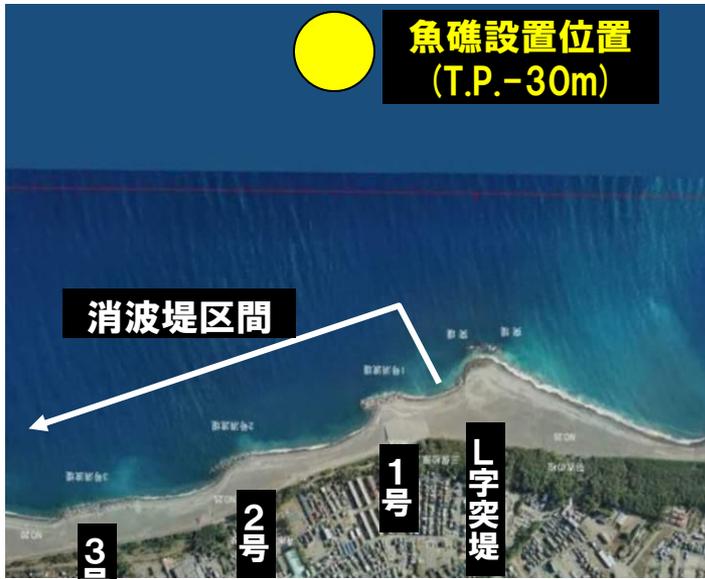
台風来襲後



写真：平成25(2013)年1月撮影

三保沖の魚礁モニタリング

■L字突堤沖合いに平成18,19,22年度に設置された魚礁について、魚礁周辺の状況(洗掘,埋没,魚類の蟄集状況)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

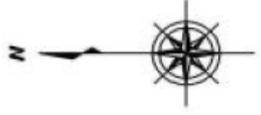


凡例

H24年度

- : 潜水調査対象魚礁
- : 魚礁
- : 捨石

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]

平成22年度設置

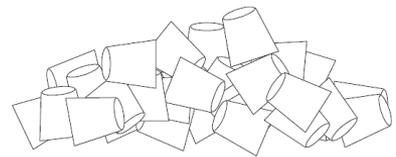
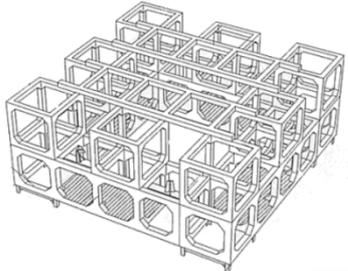
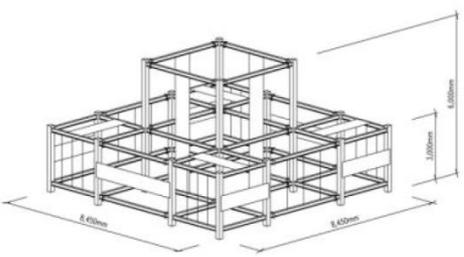
消波堤、離岸堤等で不要となった消波ブロックを転用

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

平成22年度設置



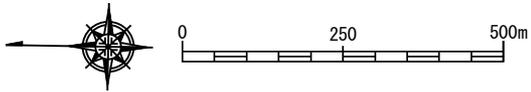
H18-1,2 H19-1
鋼製魚礁

H22-1
コンクリート組立礁

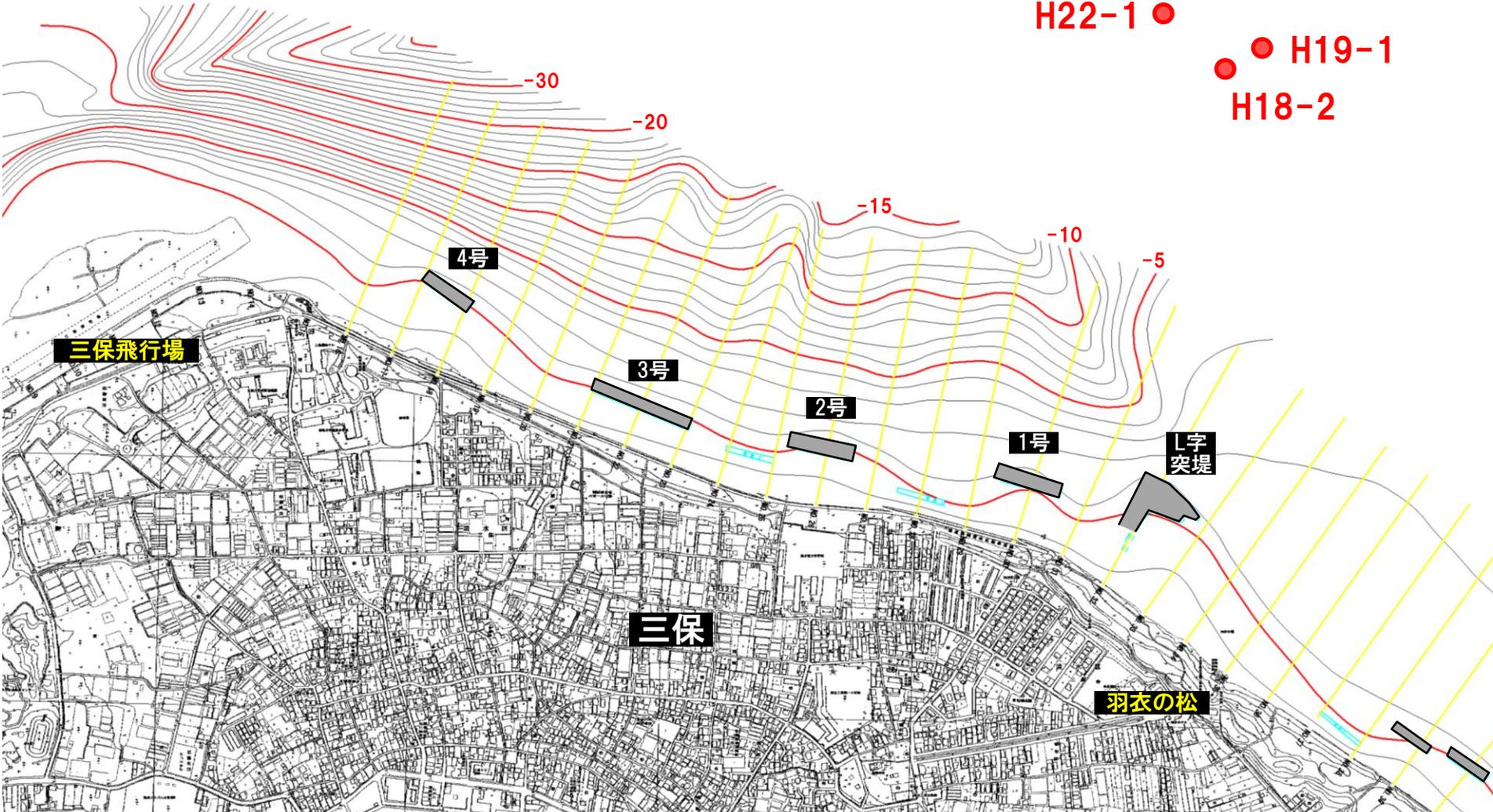
H22-2
コンクリート礁

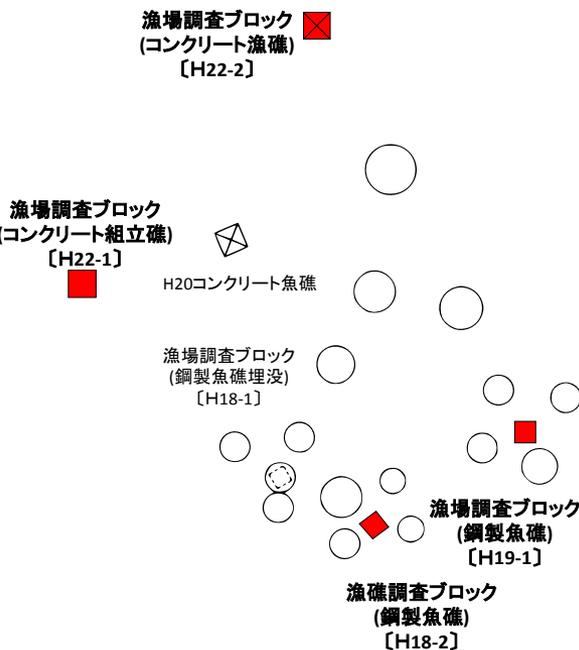
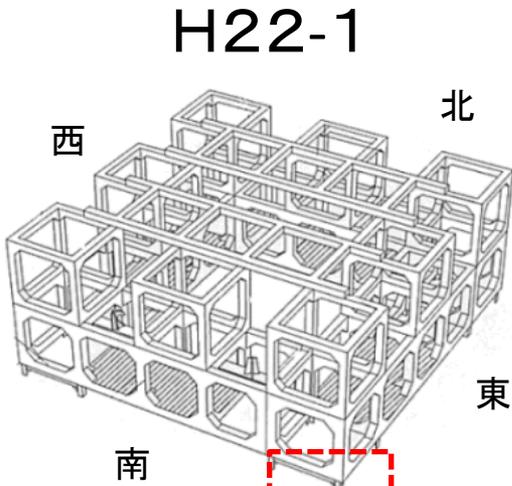
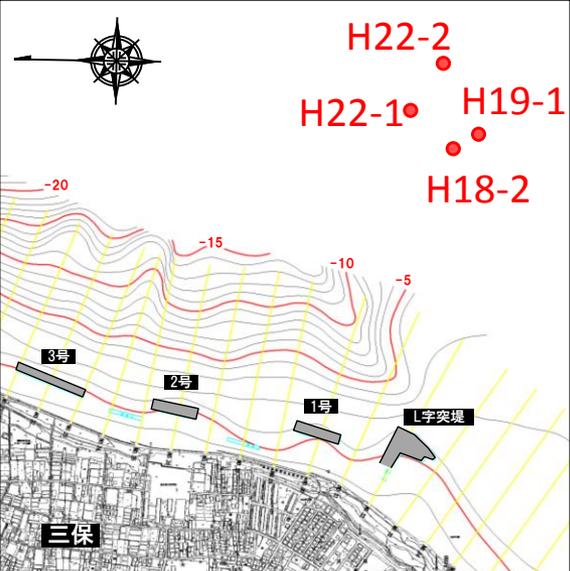
三保沖の魚礁モニタリング

平成18,19,22年度に設置された魚礁の位置



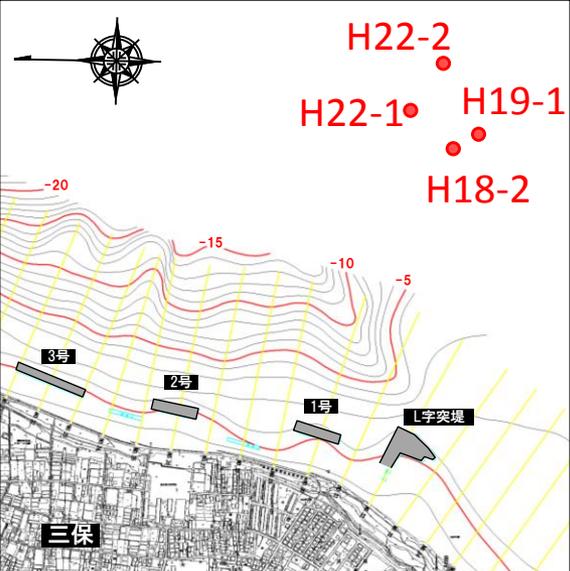
- H22-2
- H22-1
- H19-1
- H18-2



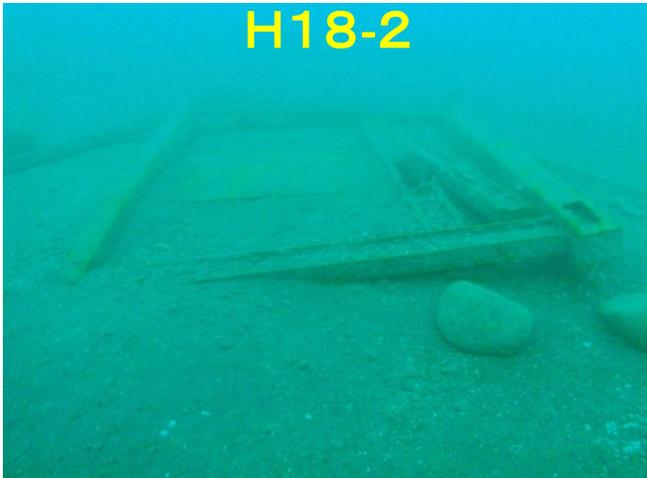
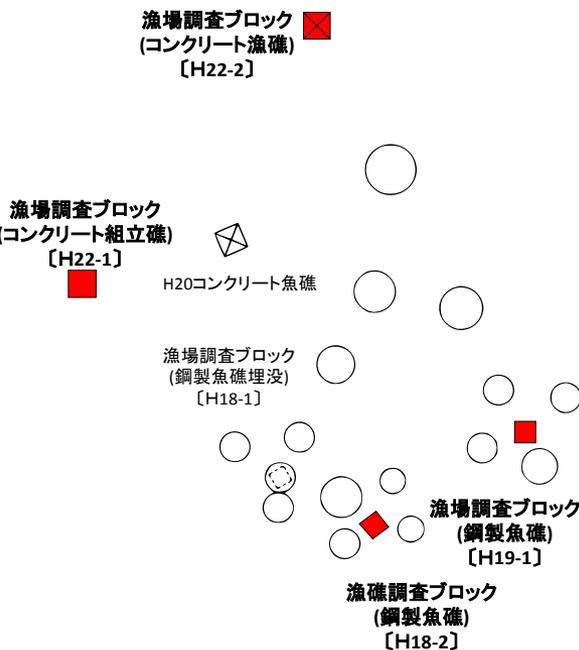
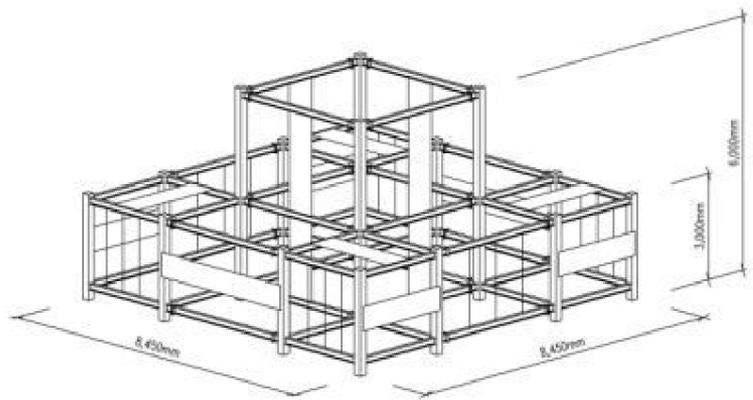


設置された魚礁は、洗掘や埋没等は確認されなかった

三保沖の魚礁モニタリング結果(平成24年度)



H18-2構造図 (H19-1は一部改良)



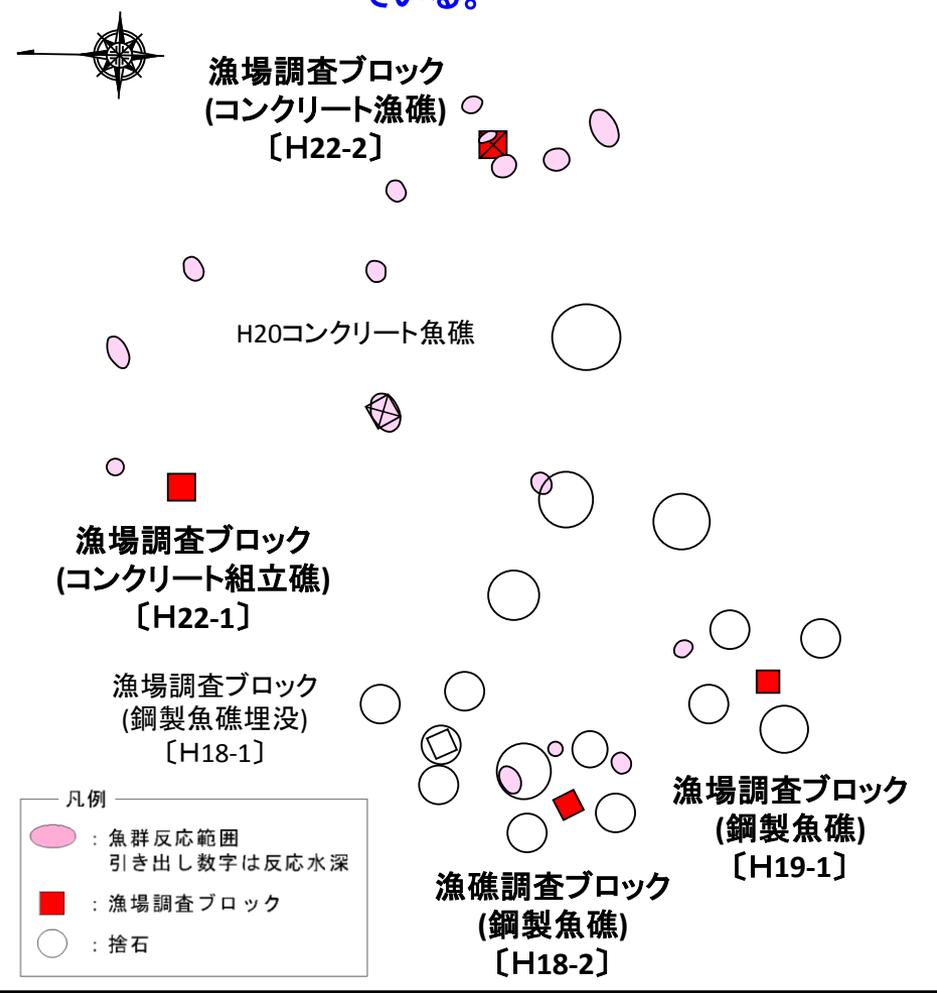
H23年度調査時と比較して、
鋼材の一部が埋没していた

H23年度調査同様に、洗掘や
埋没は確認されなかった

三保沖の魚礁モニタリング結果(平成24年度)

魚群反応位置図

魚礁周辺を広範囲に魚群が分布している。



遊漁船操業状況 (H24.10撮影)

休日には50隻以上の遊漁船が魚礁周辺に集まる。



平成19年度		平成20年度		平成21年度		平成22年度	
漁場調査対象ブロック名	魚種	漁場調査対象ブロック名	魚種	漁場調査対象ブロック名	魚種	漁場調査対象ブロック名	魚種
H18-1	尾数	H18-2	尾数	H18-2	尾数	H18-2	尾数
H18-2	尾数	H19-1	尾数	H19-1	尾数	H19-1	尾数
魚種	尾数	魚種	尾数	魚種	尾数	魚種	尾数
ネンブツダイ	1,000	カゴカキダイ	600	イサキ	2,000	イサキ	400
イシダイ	100	イサキ	505	ネンブツダイ	1,000	カゴカキダイ	350
イサキ	100	ネンブツダイ	100	イシダイ	100	マツバスズメダイ	100
カゴカキダイ	50	メジナ	30	アジ	55	カサゴ	88
クロダイ	21	ウマヅラハギ	20	カゴカキダイ	30	ネンブツダイ	70
ウマヅラハギ	13	イシダイ	14	キュウセンベラ	15	サクラダイ	50
魚種数	21	魚種数	28	魚種数	30	魚種数	28

平成23年度		平成24年度	
漁場調査対象ブロック名	魚種	漁場調査対象ブロック名	魚種
H22-1	尾数	H22-1	尾数
H22-2	尾数	H22-2	尾数
魚種	尾数	魚種	尾数
ネンブツダイ	1500	ネンブツダイ	1100
マアジ	280	スズメダイ科	500
サビハゼ	23	メバル	23
カサゴ	20	ウツボ	20
イサキ	20	カサゴ	20
キンギョハナダイ	20	メジナ	20
魚種数	17	魚種数	21

尾数別上位魚種表

鋼製魚礁では(H20~22年度)28~30種で推移しており、コンクリート組立礁ではH23年度調査と比較して魚種数が増加していた。

漁業者聞き取り

魚類の蜻集は良好であると回答。

好漁場が形成されていると考えられる。

安倍川総合土砂管理計画

○上流域、河道域および海岸域それぞれの領域において、土砂管理の問題を抱えており、その土砂移動を効果的に調整するための総合土砂管理計画を策定(H25.7)

【安倍川流砂系の目指すべき姿】

砂防、河川、海岸の連携のもと各領域の管理・保全施設等を活かして安全性を確保しながら、土砂移動の連続性を考慮し、可能なかぎり自然状態に近い土砂動態によって形成される流砂系を目指す

【土砂管理目標】

・安倍川流砂系の目指すべき姿を具体化するため、主要地点の通過土砂量で示した土砂管理目標を設定
 ・土砂管理目標は各領域での土砂管理対策を踏まえ、長期的な土砂収支として大洪水から小洪水まで幅広い土砂収支がある中での平均的な値としている

【土砂生産・流出領域】

急激な土砂生産、土砂流出による災害を抑制しながら、下流へ安全に移動させる土砂動態を目指す

【山地河川領域】

洪水時の急激な土砂の流下を抑制しながら、下流へ安全に移動させる土砂動態を目指す

【中・下流河川領域】

洪水に対する安全性を確保(著しい局所洗掘等の防止、流下能力の確保)しながら、安倍川特有の河川環境を維持し、かつ安定的に海岸へ移動させる土砂動態を目指す

【海岸領域】

高潮・越波災害に対する安全、三保の松原等の景勝地の保全等の観点から、可能な限り自然の土砂移動により必要な砂浜幅を確保する



健全な流砂系の確立に向けた通過土砂量

安倍川総合土砂管理計画

【計画対象期間】

土砂動態を評価する期間として、30年間程度を設定。

【土砂管理指標】

土砂移動量の変化が地形変化に現れるとの認識のもと、各領域ごとに河床高等の実際に管理可能な土砂管理指標を設定。

領域	領域の課題	管理指標	管理の目安
土砂生産・流出領域	河床低下	平均河床高	本川合流付近の現況河床高
山地河川領域	河床低下	最深河床高	構造物の基礎高
中・下流河川領域	河床上昇	平均河床高	整備計画目標流量を安全に流下させることができる河床高
	局所凍掘	構造物付近の河床高	護岸等構造物の基礎高
海岸領域	海岸侵食	汀線位置、等深線位置、河口テラス位置	必要砂浜幅

【各領域での事業メニュー(案)】

各領域での目標達成のための事業メニュー(案)は以下のとおり。

領域	事業メニュー(案)
土砂生産・流出領域(支川・溪流含む)	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な土砂流出を抑制するための砂防事業を推進 モニタリングにより砂防事業等による土砂動態変化を監視
山地河川領域	<ul style="list-style-type: none"> 砂防堰堤の維持管理、河床低下箇所の回復 当面はモニタリングにより、砂防堰堤下流等の河床変動状況を監視
中・下流河川領域	<ul style="list-style-type: none"> 掘削河道[※]まで年間20万m³の掘削を実施 河道の変化を監視するためのモニタリングを実施 河道中央付近の掘削を実施 掘削河道整備後は維持掘削を実施 大規模出水が発生した際は、緊急掘削を実施 河口テラスの状況を監視するためのモニタリングを実施 堤防防護、河岸防護のための対策を実施 <small>※大規模出水のピーク流量時に岸積が生じても河川整備計画流量を計画高水位以下で流下可能となる河道</small>
海岸領域(静岡・清水)	<ul style="list-style-type: none"> 養浜(サンドバイパス、サンドリサイクル)の実施 景観にも配慮した海岸保全施設(離岸堤、突堤)の整備 海岸線の回復過程、回復状態、河口テラスの状況を監視するためのモニタリングを実施

【モニタリング】

今後、「安倍川総合土砂管理計画フォローアップ委員会(仮称)」を設置し、関係機関と情報共有を図りつつ継続的なモニタリングを行うとともに、得られた知見に応じて5～10年を一応のサイクルとして計画を適宜見直す。

○土砂動態の実態把握及び土砂管理状況の監視の観点から、河川管理者と海岸管理者が各領域において必要なモニタリングを実施。

■ 海岸域で現在実施しているモニタリング項目(海岸管理者)

モニタリング手法	実施時期	目的	確認事項(成果)
波浪観測	通年(久能観測所)	海岸域の土砂移動の要因である波浪来襲状況の把握	波高、波向き、周期等
定期深淺測量	年2回 (夏季8月頃, 冬季2月頃)	事業の効果・影響把握、最適な対策の策定に必須となるデータの収集	砂浜幅、汀線変化、海浜地形断面、土量変化等
空中写真撮影	年1回(1月)	測量では把握できない海浜地形(トンボロ地形)などの把握	砂浜幅、汀線変化、サンドボディ進行状況等
定点写真撮影	年数回 (高波浪時前後等に適宜)	上記モニタリングでは把握できない局所的な変化の把握	養浜材の流出状況、越波の有無、汀線変化等



海岸保全の観点から、海岸管理者として、漂砂上手にある河口部の長期的な地形変化状況を把握することが重要である。



安倍川左右岸の海浜地形データの連続性、および収集するデータの利活用を踏まえ、現在実施している定期深淺測量の一環で、**H25年度より河口部の深淺測量を実施**していく。



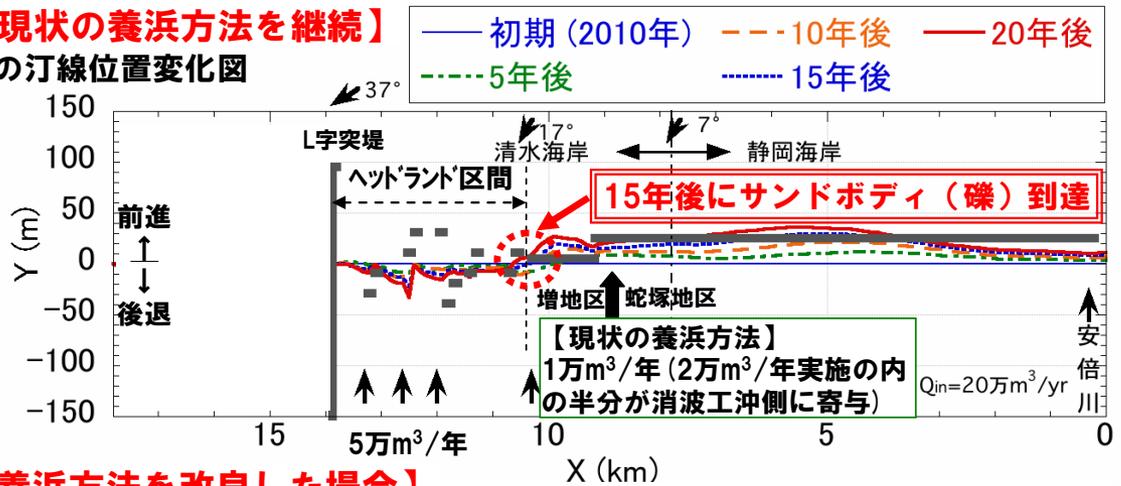
■離岸堤区間の予測計算結果

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

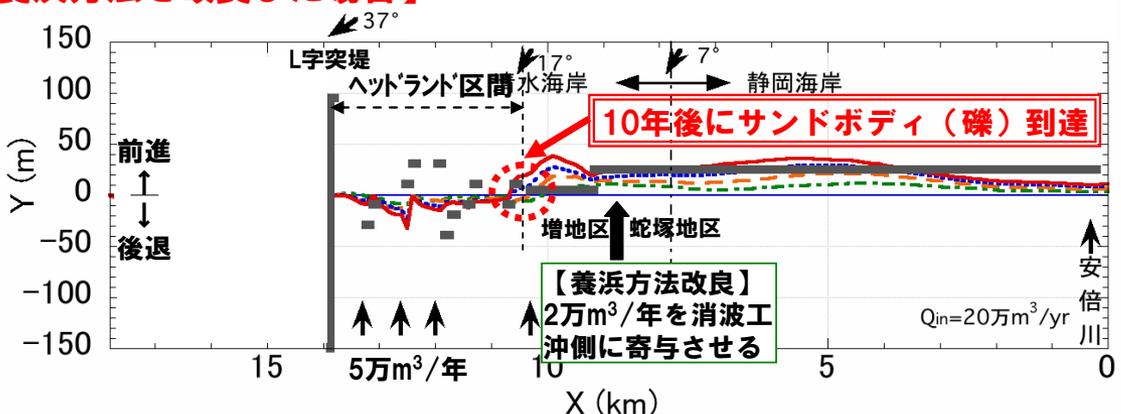
【予測計算：現状の養浜方法を継続】

2010年基準の汀線位置変化図



15年後にはヘッドランド区間にサンドボディが到達

【予測計算：養浜方法を改良した場合】



10年後にはヘッドランド区間にサンドボディが到達

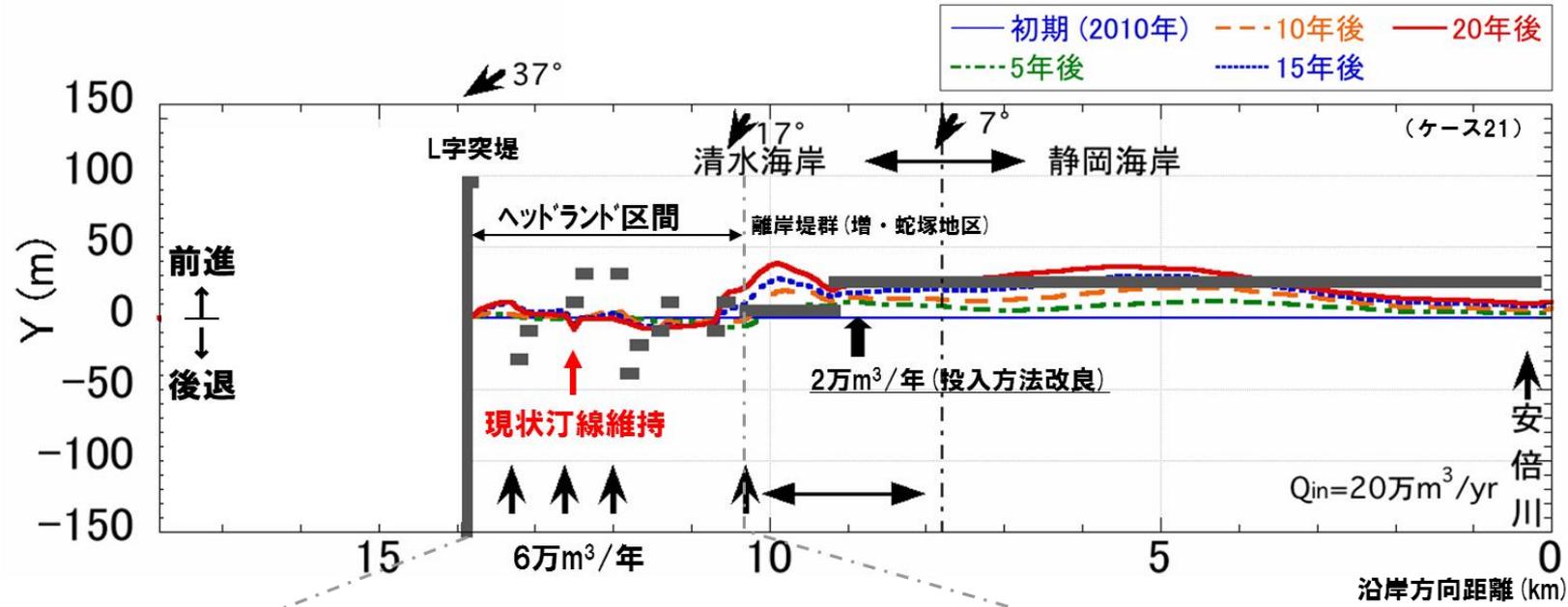
⇒養浜方法改良により、ヘッドランド区間へのサンドボディ到達時期が早まるため、今後の養浜は消波工前面への投入を実施していく

■ヘッドランド区間の予測計算結果

養浜と局所対応により防護目標の達成に必要な養浜量 A-①、ヘッドランド区間の対策の検討 7

2010年基準の汀線位置変化図

【予測計算：養浜6万m³/年を実施した場合】

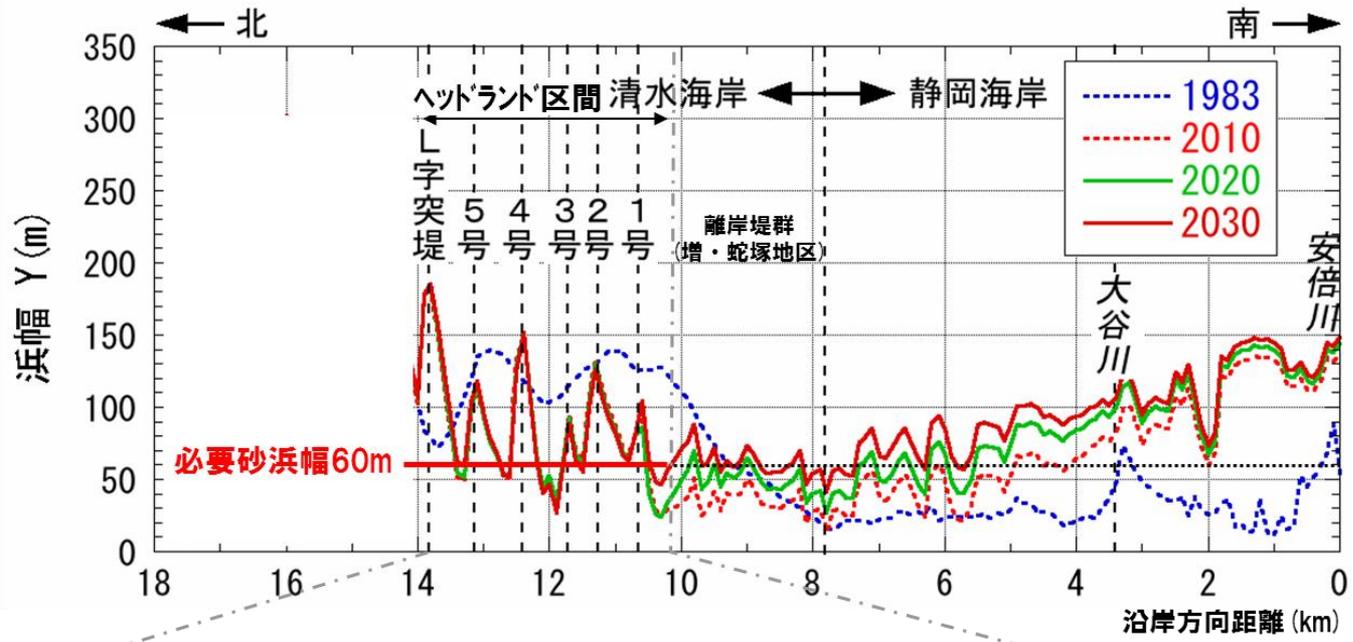


■ヘッドランド区間の予測計算結果

■養浜と局所対応により防護目標の達成に必要な養浜量 A-①、ヘッドランド区間の対策の検討 ⁸

砂浜幅の将来予測

【予測計算：養浜6万m³/年を実施した場合】



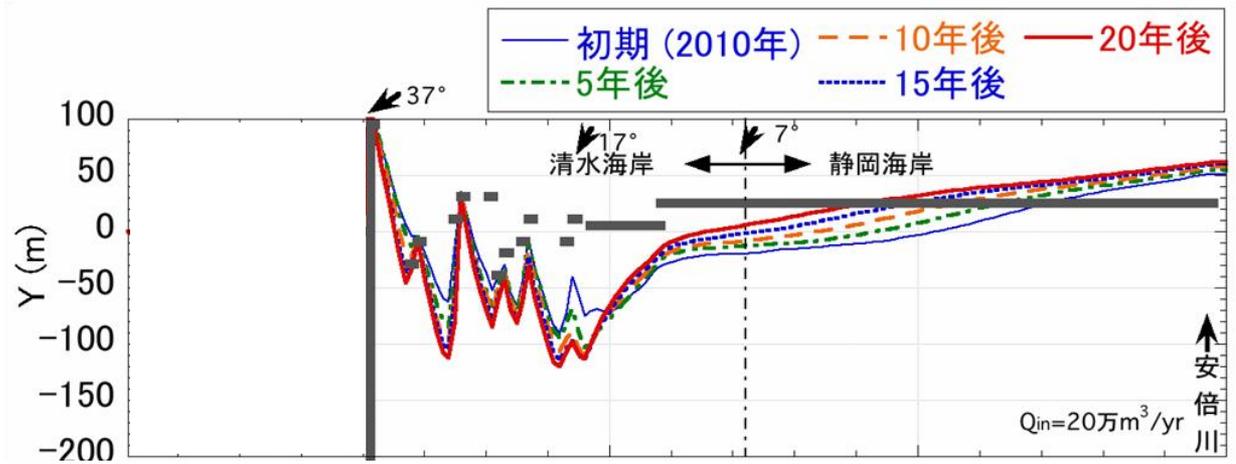
現状維持は可能であるが、1号上手、3~4号下手で必要砂浜幅60mが不足
 ⇒汀線後退が顕著な3~4号下手の養浜量を増量するとともに、浜幅些少部の局所対応（1号上手、3~4号下手）を実施しながら、防護水準を確保していく

ヘッドランド区間の予測計算結果

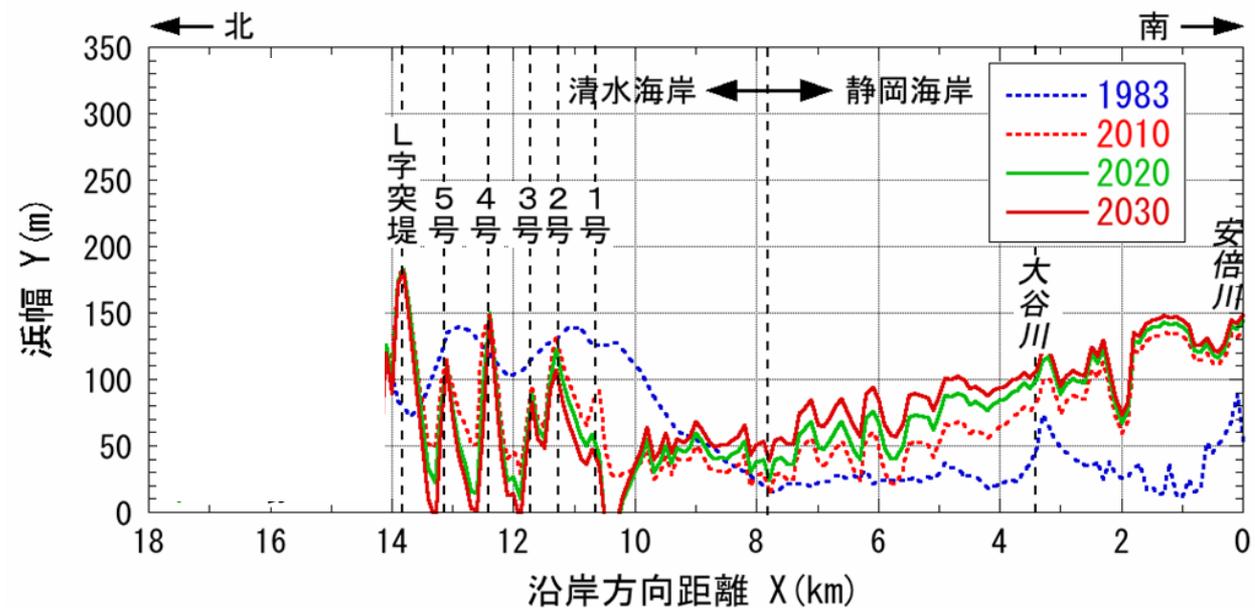
養浜を実施しなかった場合

(c) 汀線変化 (1970年基準)

将来予測計算: 2010-2030



(d) 浜幅変化



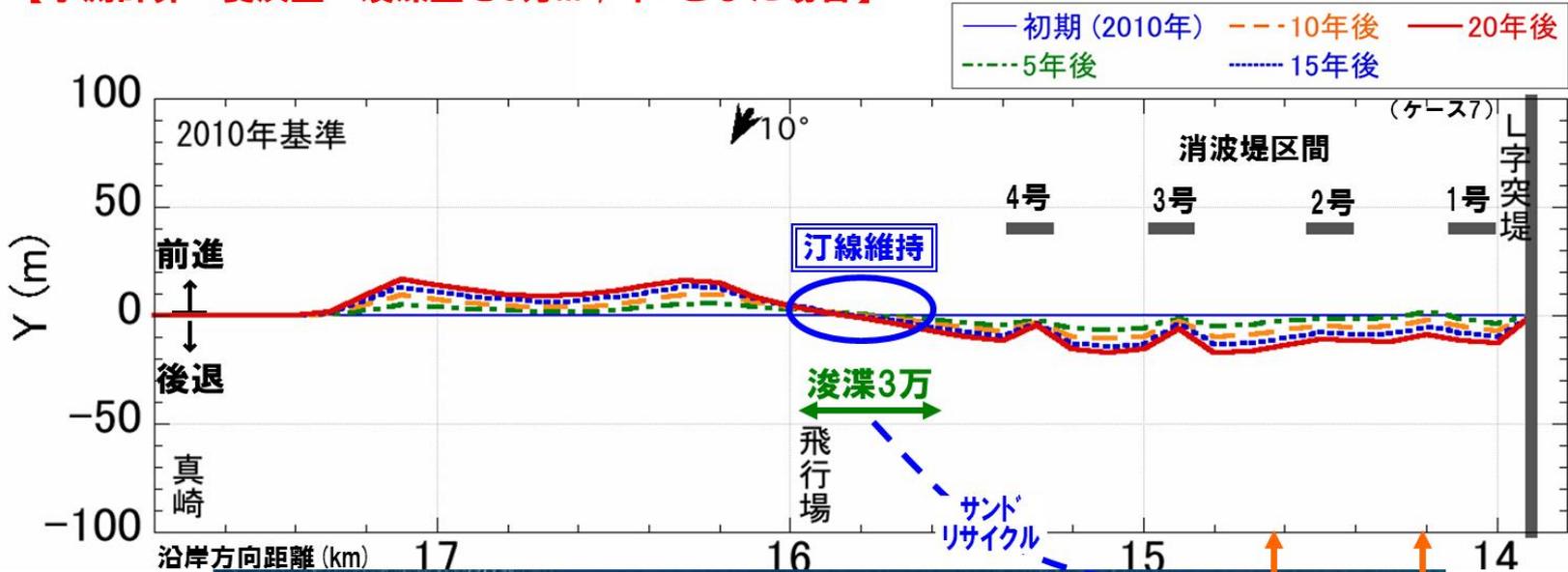
■消波堤区間の予測計算結果

■養浜 (サンドリサイクル) と局所対応による対策 A-②. 消波堤区間の侵食対策 17

2010年基準の汀線位置変化図

【予測計算：養浜量・浚渫量を3万m³/年※とした場合】

※飛行場前面の汀線前進量の相当量



- ・サンドリサイクルにより、概ね現状汀線を維持
- ・浚渫による漂砂上手・下手への影響は見られない

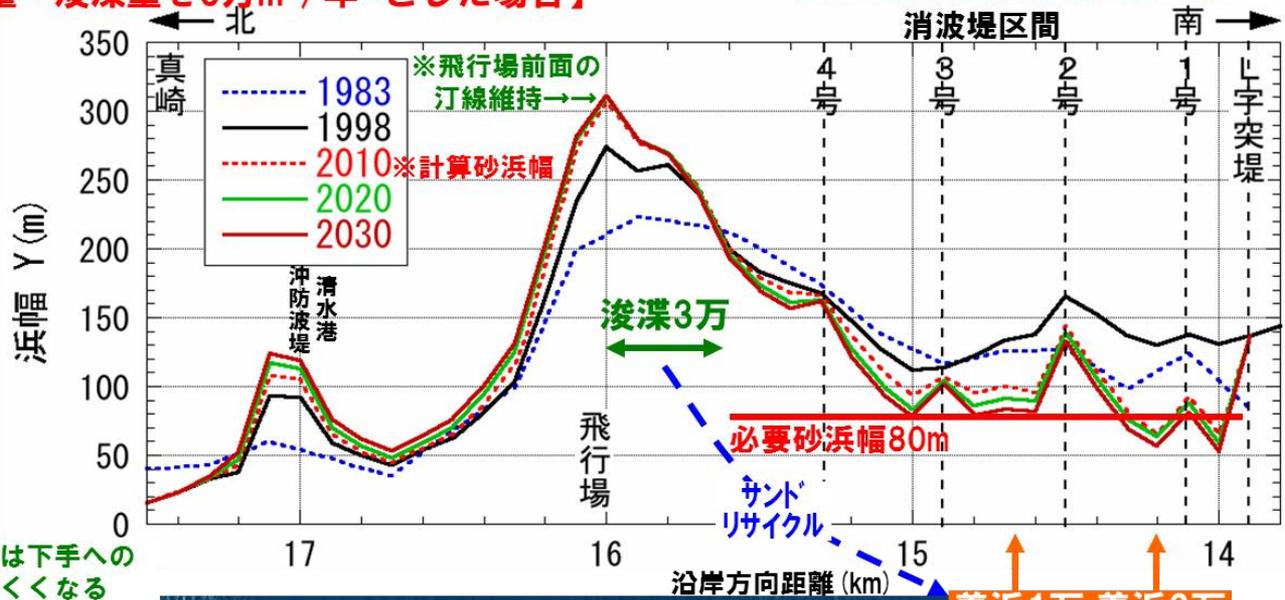
消波堤区間の予測計算結果

養浜 (サンドリサイクル) と局所対応による対策 A-②、消波堤区間の侵食対策 ¹⁸

砂浜幅の将来予測

【予測計算：養浜量・浚渫量を3万m³/年※とした場合】

※飛行場前面の汀線前進量の相当量



※飛行場前面の汀線前進は下手への沿岸漂砂移動が生じにくくなる (現状以上の汀線前進は下手に悪影響)

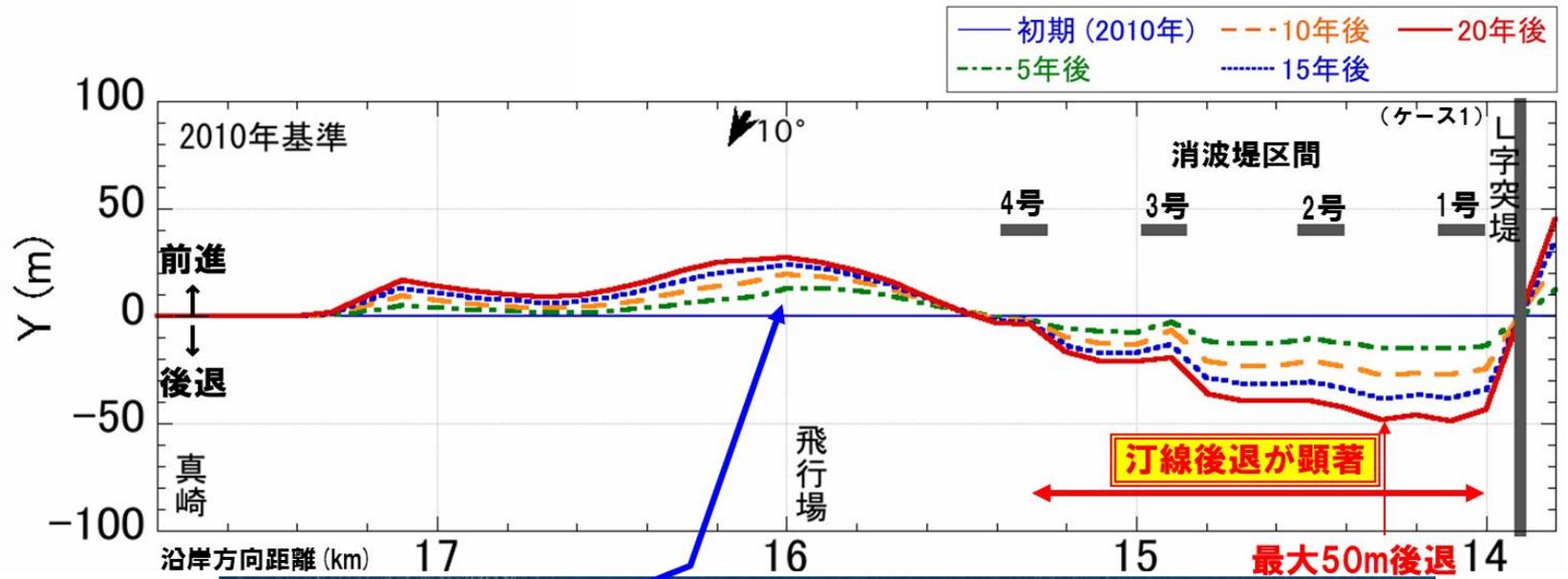


・ 区間全体で概ね現状汀線を維持し、必要砂浜幅80mが確保できるが、L字突堤下手・1号下手で必要砂浜幅が不足
 ⇒ 汀線後退が顕著な1～2号下手を中心に養浜3万m³/年を実施するとともに、浜幅些少部の局所対応 (1号下手等) を実施しながら、防護水準を確保していく

■消波堤区間の予測計算結果

■対策を実施しない場合 A-②. 消波堤区間の侵食対策 13

2010年基準の汀線位置変化図



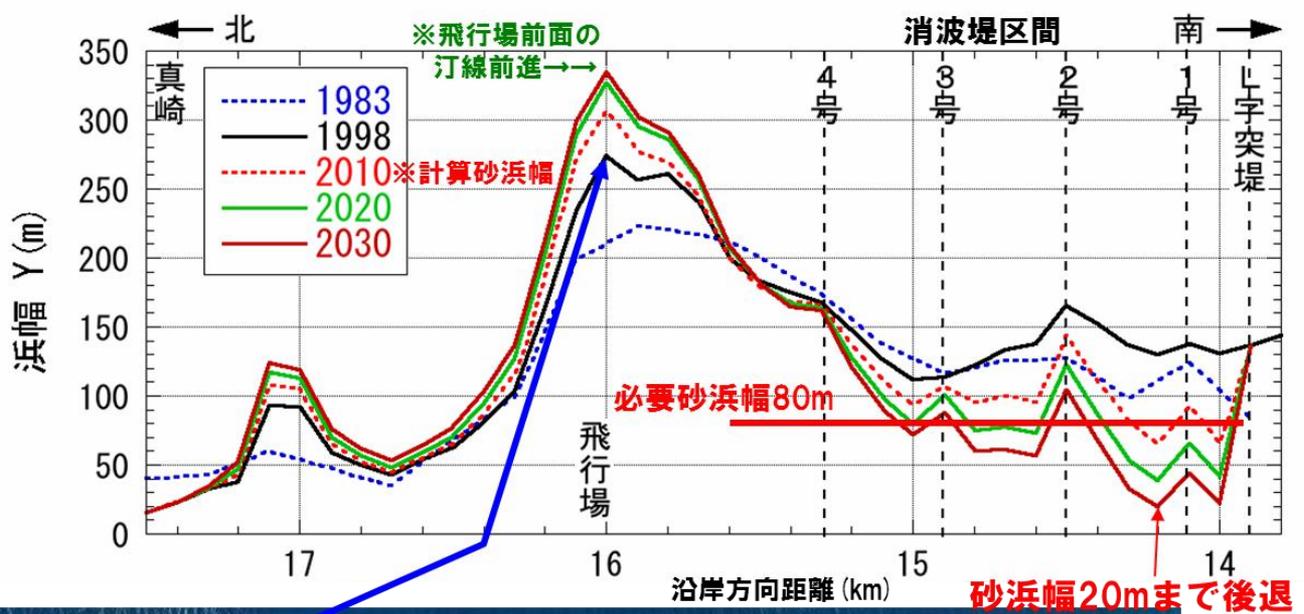
・現状を放置した場合は、汀線後退が顕著（最大50m後退）となる

消波堤区間の予測計算結果

対策を実施しない場合

A-②. 消波堤区間の侵食対策 ¹⁴

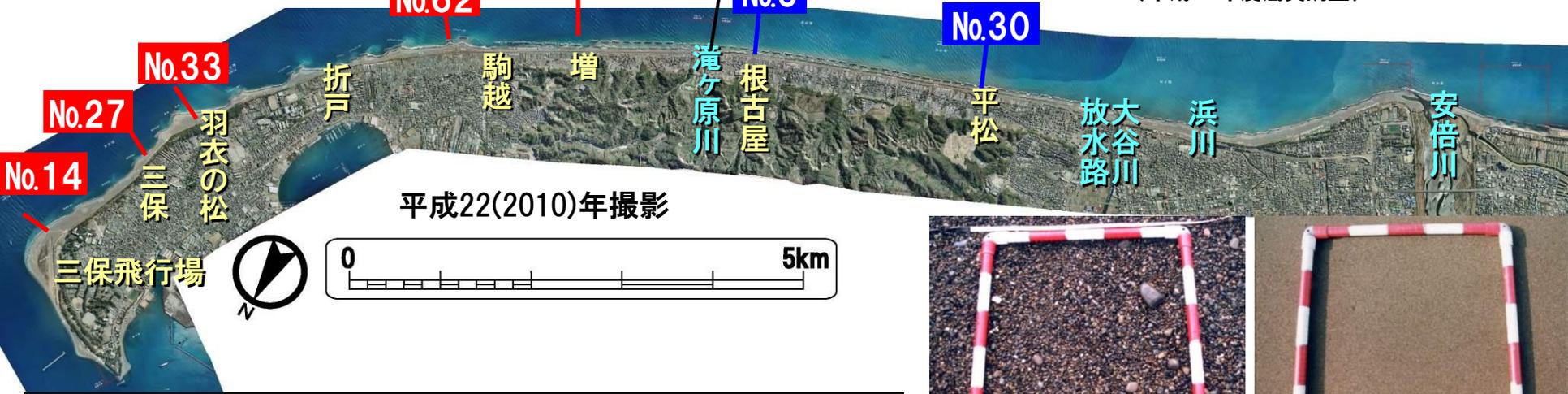
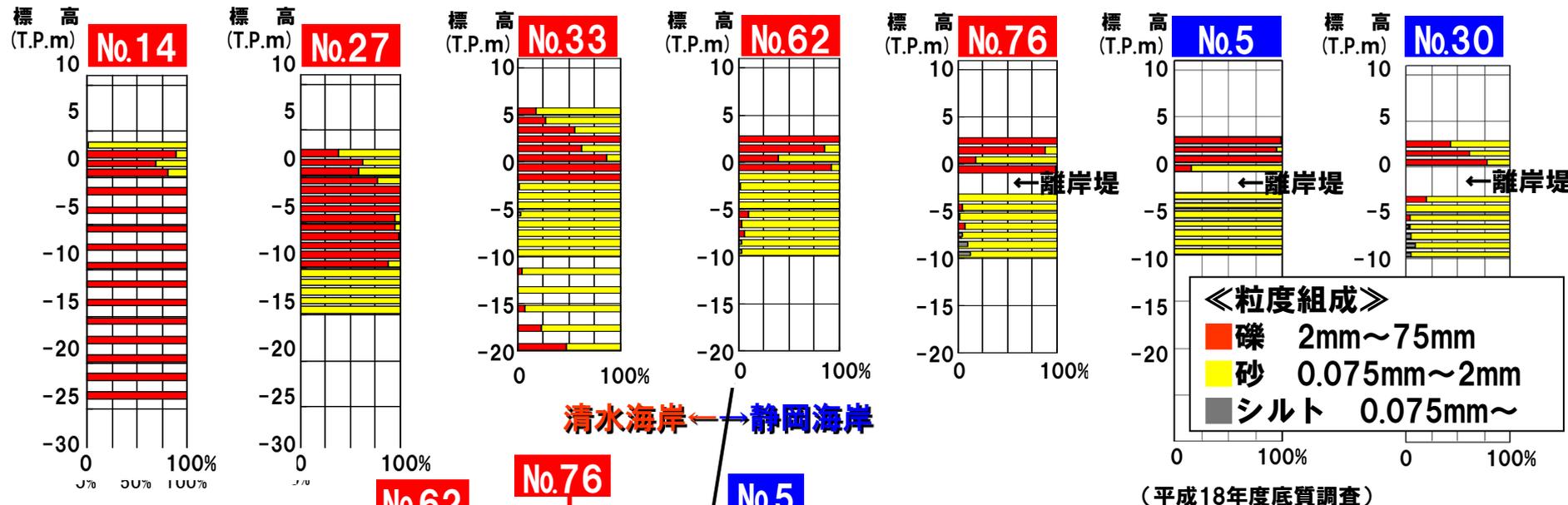
砂浜幅の将来予測



・現状を放置した場合は、L字突堤下手、1号～3号消波堤下手で大きく必要砂浜幅を割り込む（1号下手で砂浜幅20m）ため、堤防決壊や背後地への越波被害が懸念される
 ⇒汀線維持・必要砂浜幅の確保を図る必要がある。

海岸を構成する底質の粒径(平成18年度)

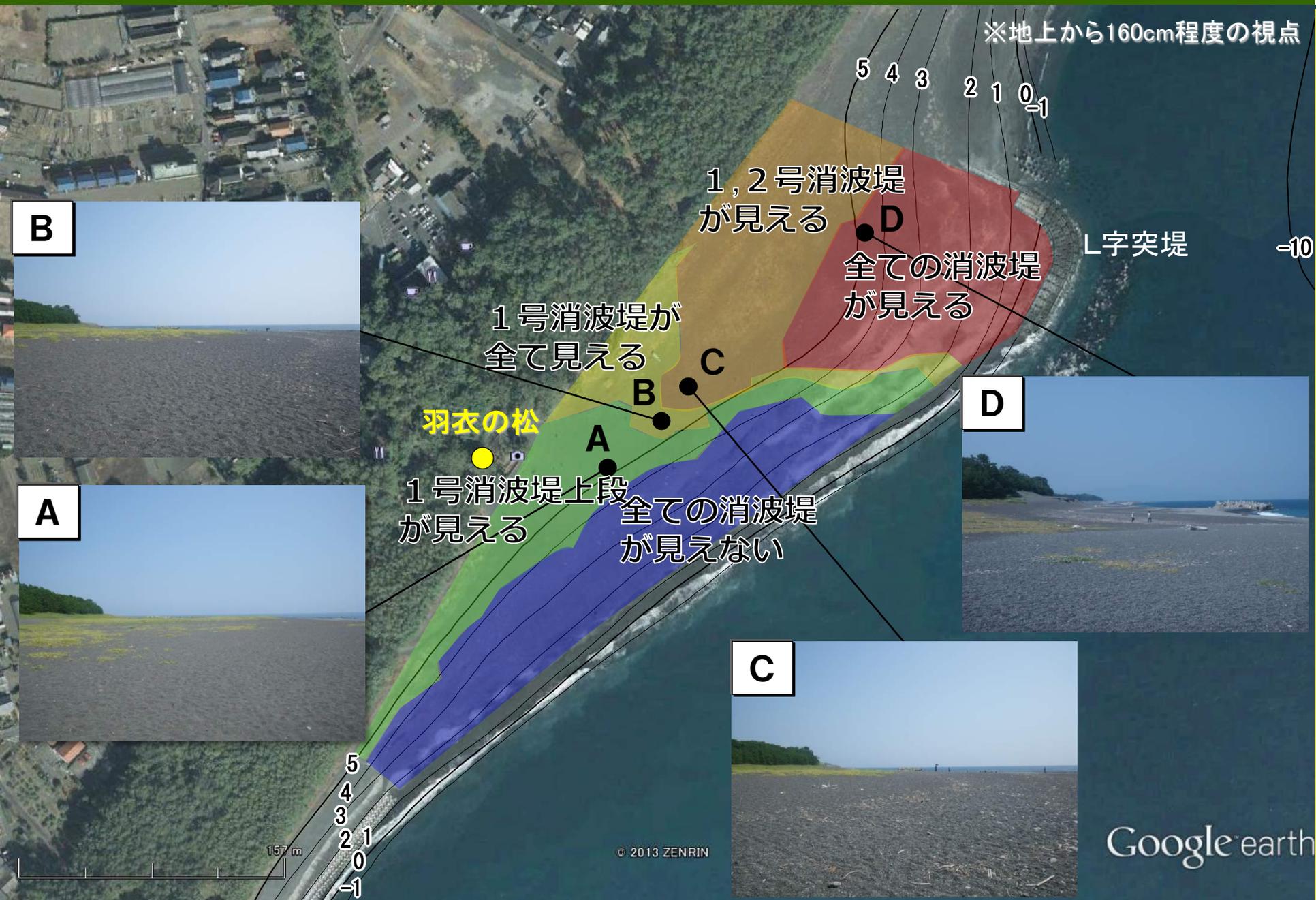
- ・ 緩勾配である離岸堤区間は、岸側が礫主体、沖側が砂主体である
- ・ 急勾配である羽衣の松より北東側は、陸上～水中部ともに礫主体である



平成18年度と同地点で底質調査を実施予定(今年度)



景観の現状 ～1号消波堤の見え方～



A : 1号消波堤上段が見える



(撮影時の潮位: T.P.+0.45m)

B : 1号消波堤全てが見える



(撮影時の潮位: T.P.+0.48m)

景観の現状 ～1号消波堤の見え方～

C : 1, 2号消波堤が見える

2号



1号



(撮影時の潮位: T.P.+0.48m)

景観の現状 ～1号消波堤の見え方～

D : 全ての消波堤が見える

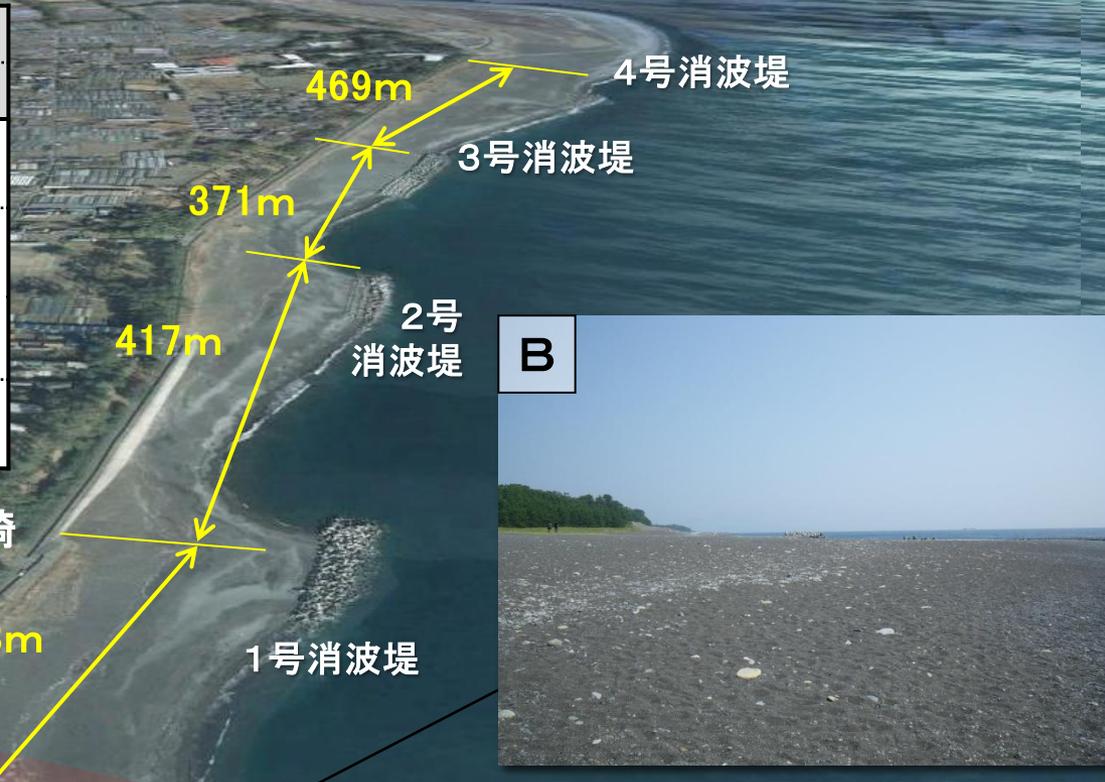


(撮影時の潮位: T.P.+0.16m)



景観の現状 ~消波堤の見え方~

消波堤	Aからの距離	見え方の特徴	
		背景	ブロック
1号	210m	天端が水平線より高い	明瞭に視認可能
2号	630m	表法面の一部が水面より高い	視認可能 ← 一体化
3号	1000m	完全に背後の砂浜に収まる	視認可能 ←
4号	1470m	表法面の一部が水平線より高い	視認困難



羽衣の松

全ての消波堤が見える範囲

Data Japan Hydrographic Association
Image © 2013 DigitalGlobe

消波堤	Bからの距離	見え方の特徴	
		背景	ブロック
1号	340m	天端が水平線と同じ高さ	明瞭に視認可能
2号	750m	表法面の一部が水面より高い	視認可能 ←
3号	1130m	完全に背後の砂浜に収まる	視認困難 ← 近接
4号	1590m	砂浜と一体化して見える	視認困難 ←

85 m

A

2号: 表法面の一部が水面より高い
3号: 完全に背後の砂浜に収まる

4号: 表法面の一部が
水平線より高い

1号: 天端が水平線より高い

(撮影時の潮位: T.P.+0.16m)

B

4号: 砂浜と一体化して見える

1号: 天端が水平線と同じ高さ

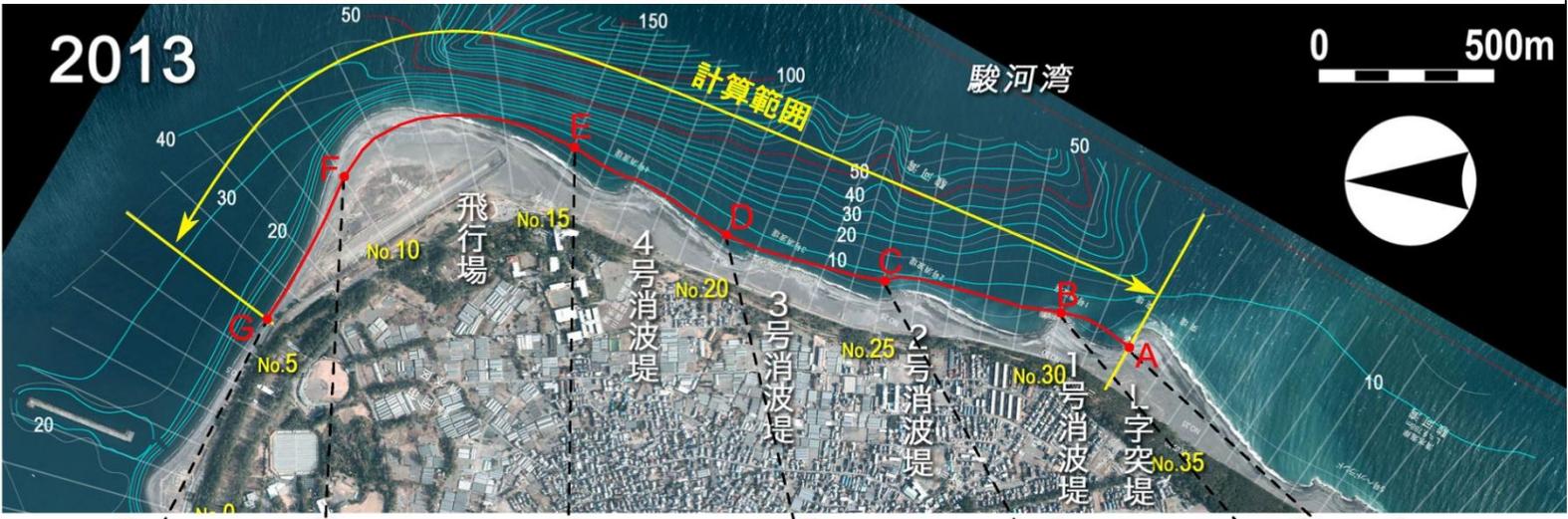
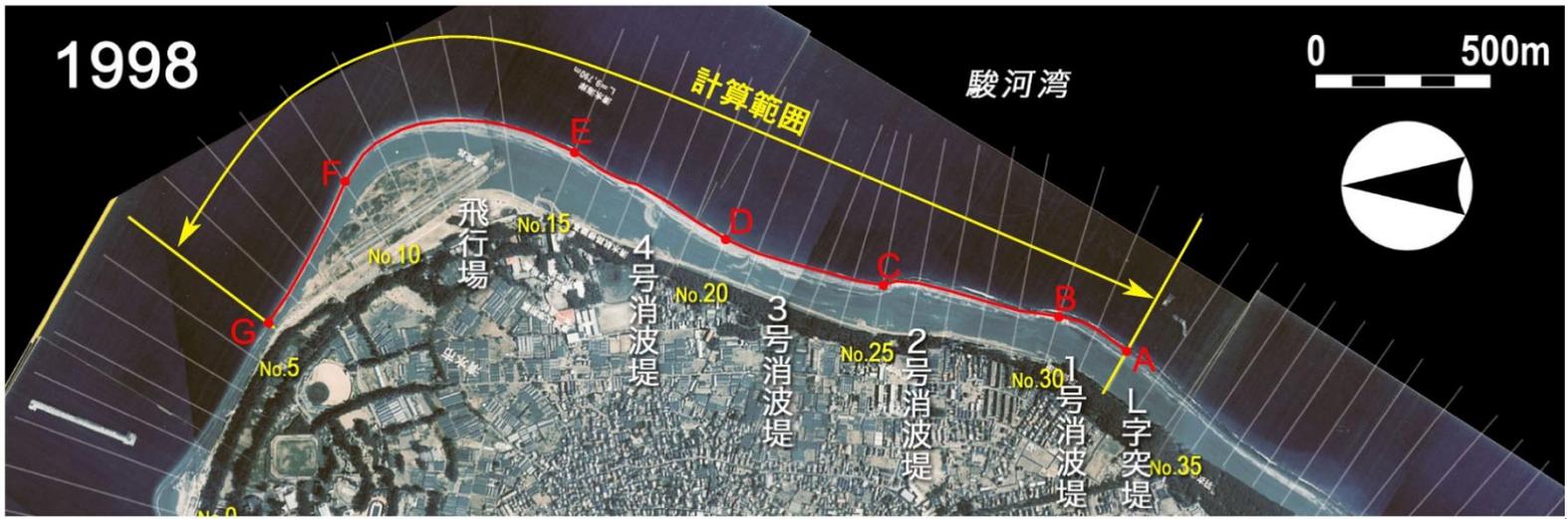
2号: 表法面の一部が水面より高い

3号: 完全に背後の砂浜に収まる

(撮影時の潮位: T.P.+0.48m)

予測シミュレーション(計算範囲)

■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



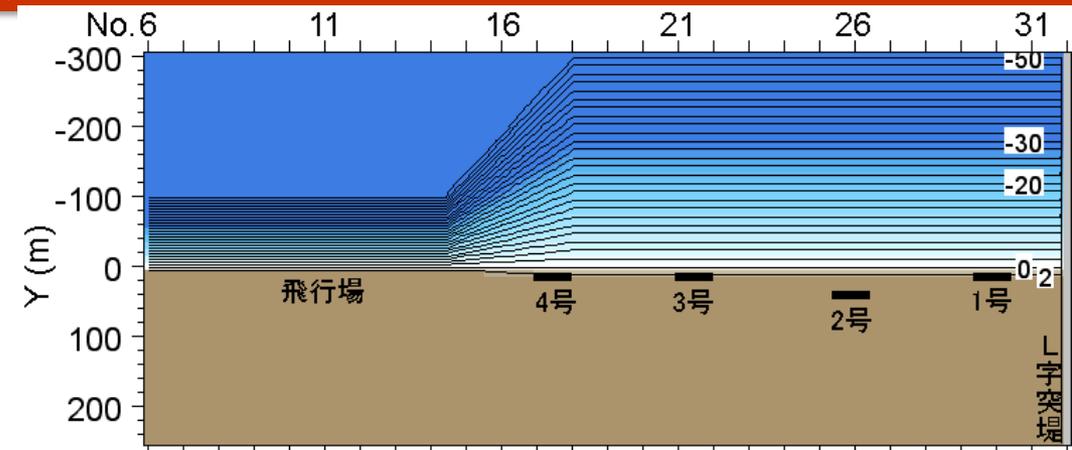
(展開座標軸=1998汀線=ABCDEFGG)

予測シミュレーション（計算条件）

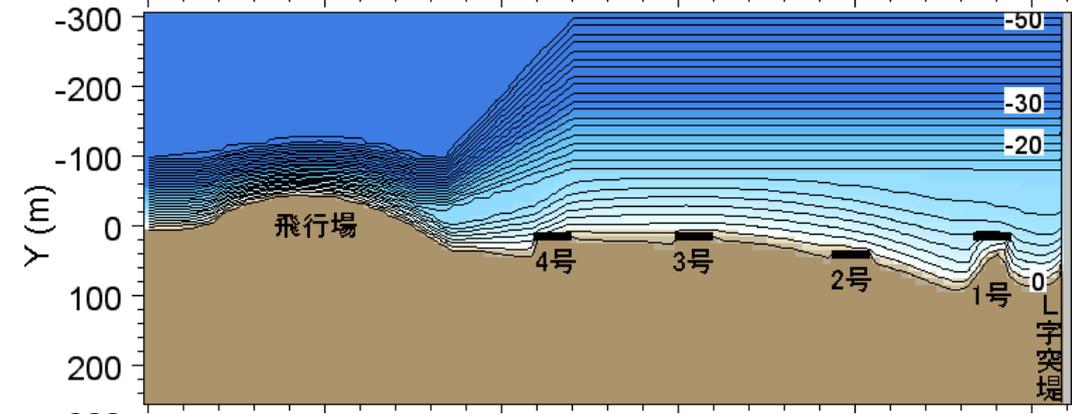
数値計算手法	等深線・粒径変化モデル（熊田ら，2007）
計算期間	1998～2013年（15年間）：L字突堤設置による漂砂流入阻止後の侵食を再現 1998以前： $Q_{in} = 9\text{万m}^3/\text{yr}$ ，1998～2006年： $Q_{in} = 1\text{万m}^3/\text{yr}$ ，2006～2007年： $Q_{in} = 4.5\text{万m}^3/\text{yr}$ 2007～2011年： $Q_{in} = 4.5\text{万m}^3/\text{yr}$ ，砂礫採取32,300 m^3/yr ，養浜量3,800 m^3/yr 2011～2013年： $Q_{in} = 4.5\text{万m}^3/\text{yr}$ ，3号消波堤延伸，砂礫採取3 $\text{万m}^3/\text{yr}$ ，養浜量3 $\text{万m}^3/\text{yr}$
初期地形	1998年地形を展開座標でモデル化した直線汀線に海浜断面を設定，海底勾配：1/6（消波堤区間）～1/2（飛行場・下手）
粒径構成	$M=2$ 粒径（代表粒径 細粒 $d^{(1)} = 0.2\text{mm}$ ，粗粒 $d^{(2)} = 2\text{mm}$ ）（初期粒径含有率 細粒 $\mu_1 = 0.0$ ，粗粒 $\mu_2 = 1.0$ ）
平衡勾配	$\tan\beta_c^{(2)} = 1/6$ （消波堤区間： $X \geq 15.3\text{km}$ ）～1/2（飛行場・下手： $X \leq 15.66\text{km}$ ）（粗粒）
交換層の幅	$B = 1\text{m}$
入射波条件	碎波波高 $H_b = 3\text{m}$ ，初期碎波角 $\theta_w = 20^\circ$ （4号堤～飛行場： $\theta_w = -10^\circ$ ，飛行場～左端部 $\theta_w = -25^\circ$ ） 5%出現確率波： $H_o' = 3\text{m}$ ， $T = 9\text{s}$ ，試行計算より再現性の良い波向を選定
潮位条件	M. S. L. T. P. +0.0m
限界水深・バーム高	波による地形変化の限界水深 $h_c = 12\text{m}$ ，バーム高 $h_R = 3\text{m}$ （宇多ら，2009；2010）
漂砂量係数	漂砂量係数 $A = 0.00358$ （L字突堤設置前の流入漂砂量が $Q = 9\text{万m}^3/\text{yr}$ となるよう調整） 岸沖・沿岸漂砂量比 $\gamma = 0.1$ 、小笹・ブルンプトン項の係数 $\zeta = 1.62$
沿岸・岸沖漂砂の水深分布	宇多・河野（1996）の3次式
土砂落ち込みの限界勾配	陸上：1/2，水中：1/2
計算等深線範囲	$z = +3.5 \sim -50.5\text{m}$ （海底谷考慮）
計算メッシュ	沿岸方向 $\Delta X = 20\text{m}$ ，鉛直方向 $\Delta Z = 1\text{m}$
計算時間間隔	$\Delta t = 10\text{hr}$
境界条件	右端（L字突堤下手）：上述の Q_{in} 値（含有率： $\mu_1 = 0.0$ （細粒）， $\mu_2 = 1.0$ （粗粒）） 左（下手）端：漂砂通過境界（沿岸漂砂の沿岸方向変化率 $dq_x/dx = 0$ ），岸沖端： $q_z = 0$ （漂砂の流出入なし）
養浜・掘削	養浜：1号堤付近（ $X = 14.2\text{km} \sim 14.7\text{km}$ ），土砂採取：飛行場前（ $X = 15.7\text{km} \sim 16.0\text{km}$ ） 養浜・土砂採取は土砂の湧き出し・吸い込みで考慮：+3m～0m等深線，養浜砂の含有率： $\mu_1 = 0.0$ （細粒）， $\mu_2 = 1.0$ （粗粒）
数値計算法	陽解法による差分法
波浪計算法	方向分散法（酒井ら，2003） $S_{max} = 25$
その他	1) 波高伝達率 消波堤 $Kt = 0.4$ ，L字突堤 $Kt = 0.0$ ，消波堤の天端嵩下げ $Kt = 0.6$ ，新型離岸堤 $Kt = 0.6$ ，人工リフ $Kt = 0.8$ 2) 4号消波堤から下手に向かって波高を補正（補正係数 K ） $K = 1.0 \sim 1.0 \sim 1.3 \sim 0.4 \sim 0.4$ 3) 初期碎波角 θ_w は4号消波堤上手～飛行場で変化させ設定。 $\theta_w = 20^\circ \sim -20^\circ \sim -10^\circ \sim -25^\circ \sim -25^\circ$ （上記の2）、3）は、沿岸漂砂量の分布、消波堤区間下手の侵食、飛行場前砂嘴での大規模堆積がほぼ再現されるように現況再現のトライアル計算により試行的に設定）

●再現地形

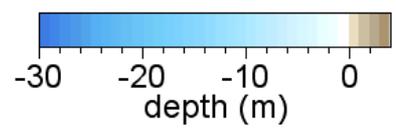
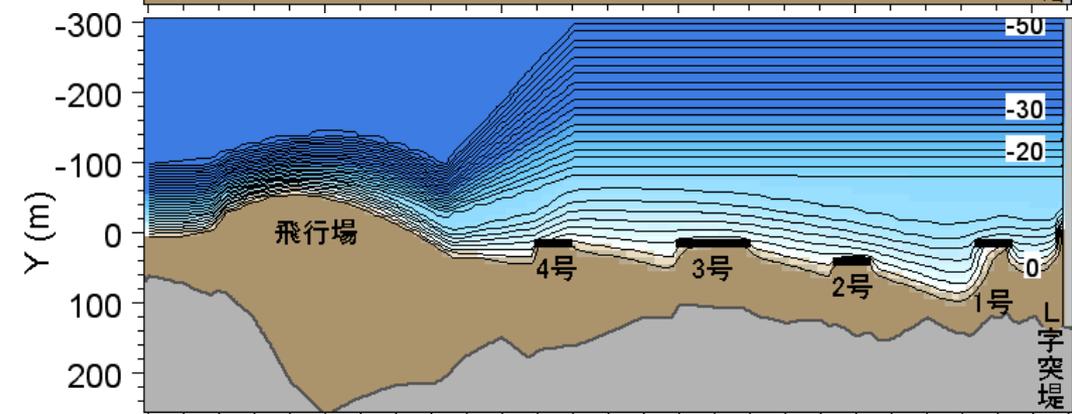
(a)1998年



(b)2006年



(c)2013年

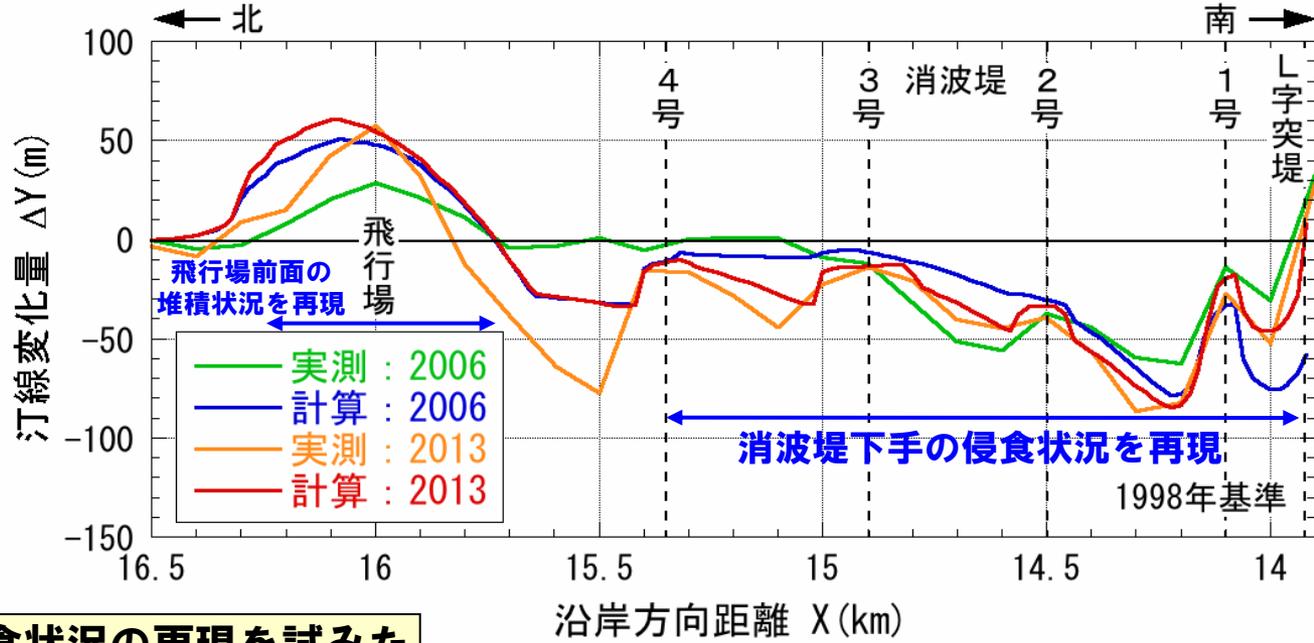


予測シミュレーション(検証計算)

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

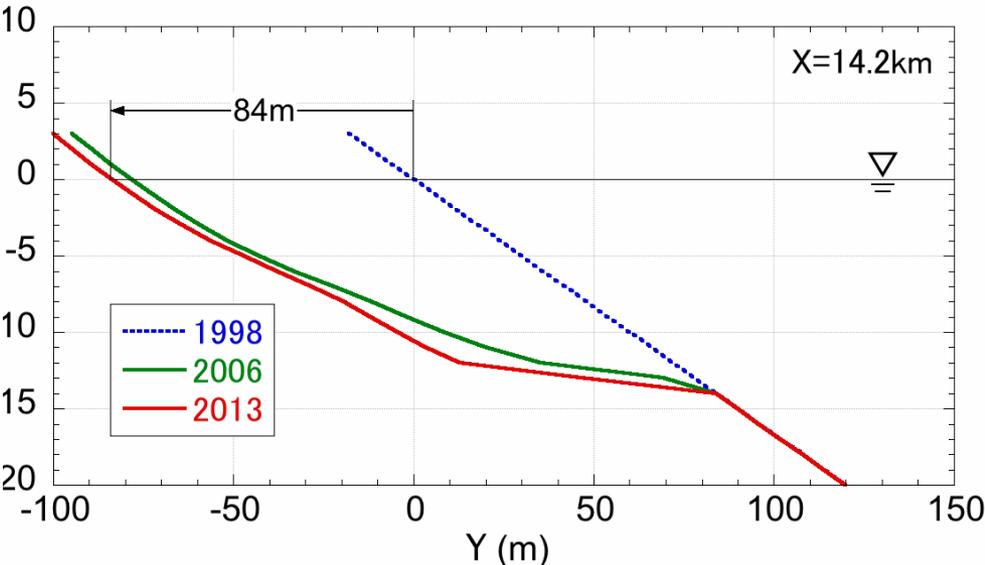
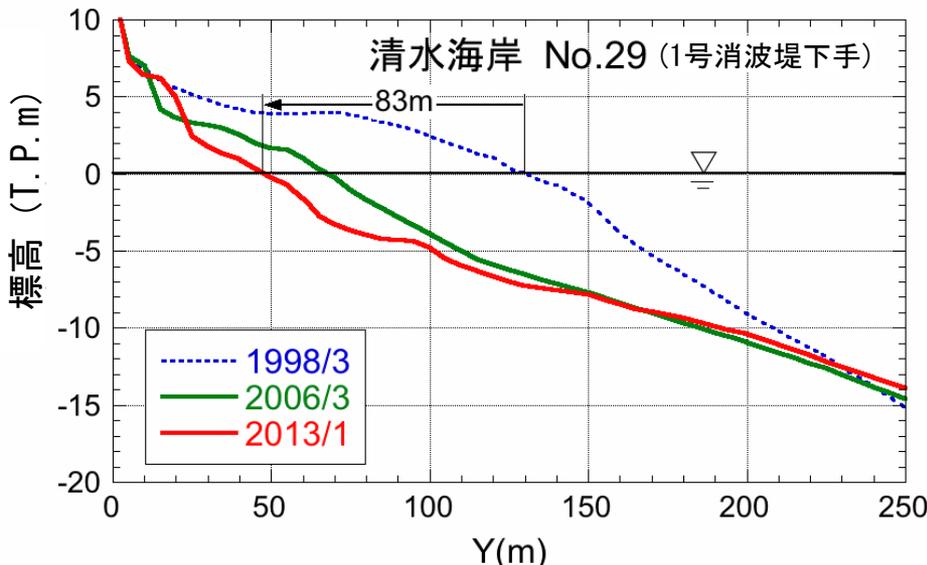
●汀線変化

・ 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



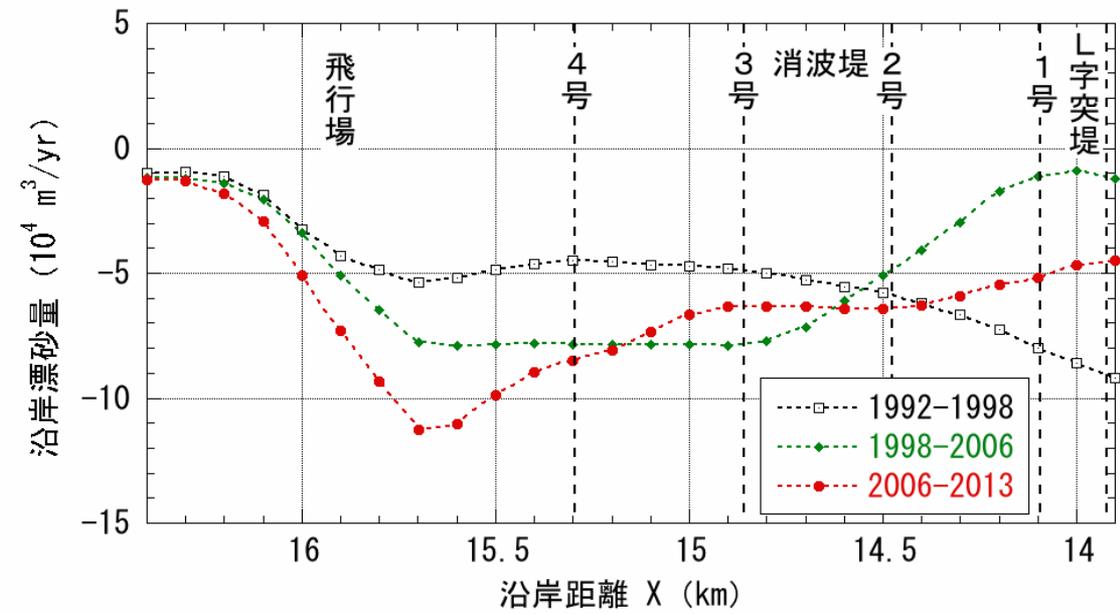
●海浜断面変化(水深変化)

・ 水深14m以浅の経時的な侵食状況の再現を試みた

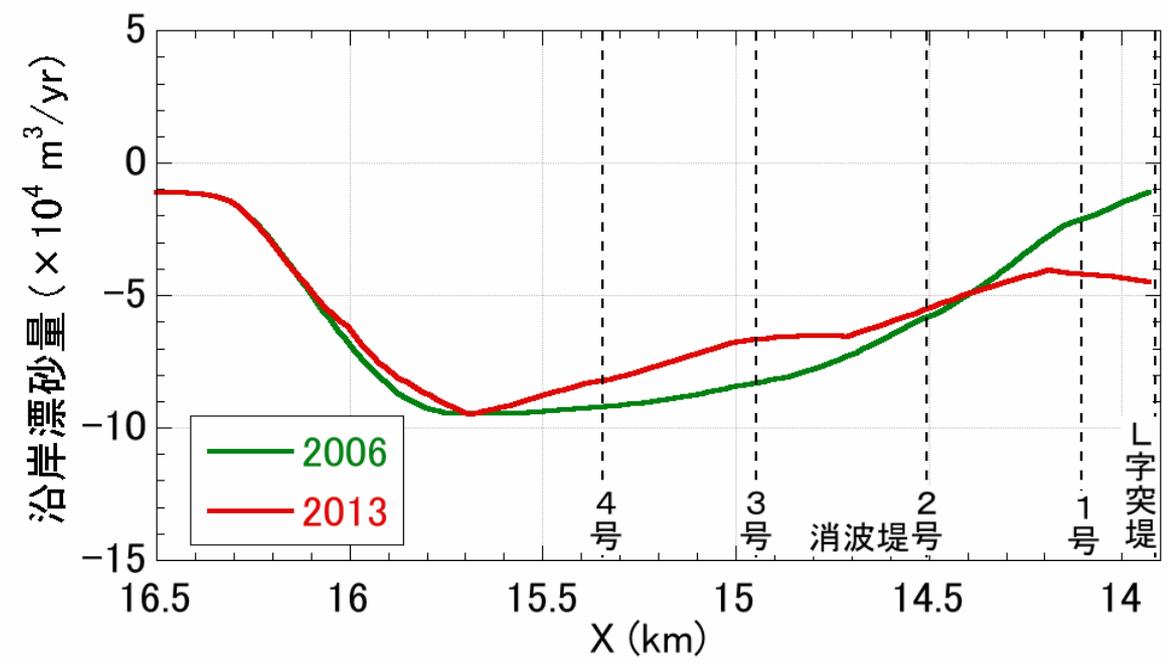


●沿岸漂砂量

(a)実測



(b)計算

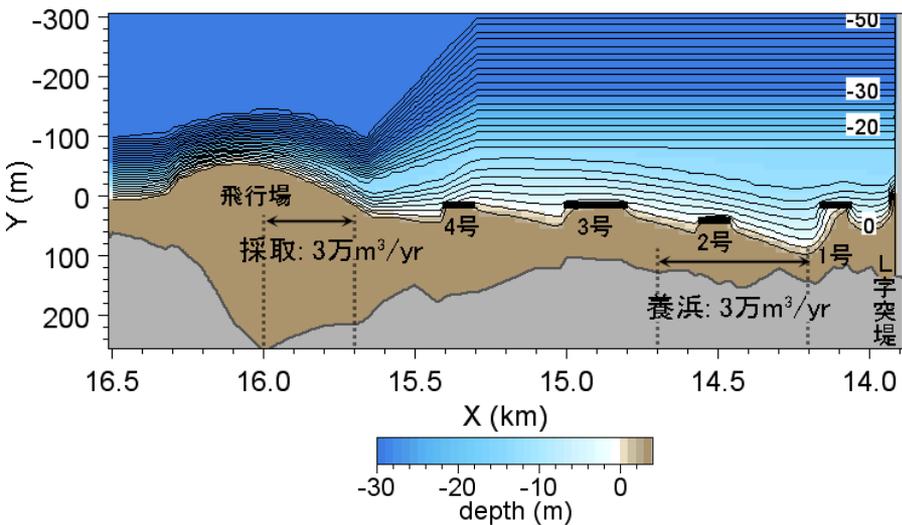


予測シミュレーション(各ケースの計算条件)

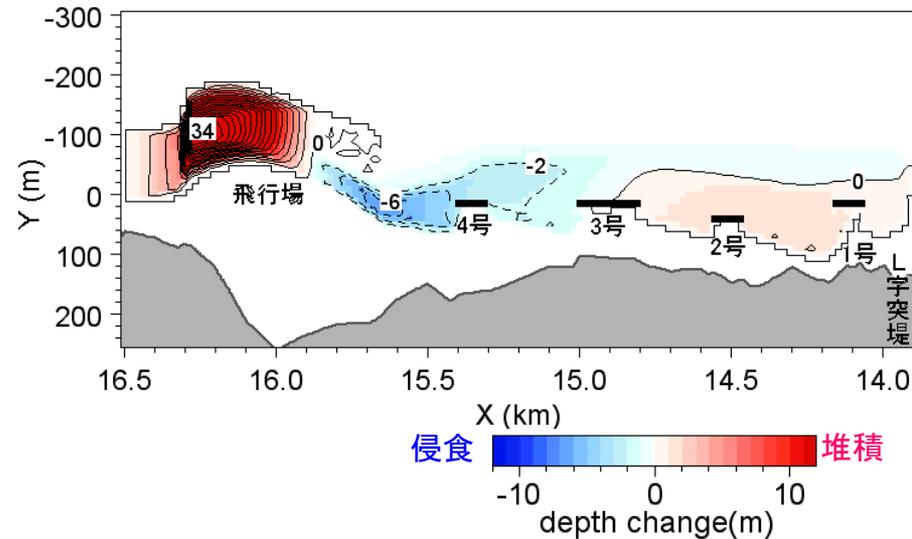
感度分析 ケース	施設条件	備考 【本編での提示ケース】
1	現状の養浜3万m ³ /年を継続	ケース0
2	消波堤を撤去	ケース1
3	消波堤天端高の切下げ (波高伝達率 $K_t=0.4$ が0.5に増加する)	ケース2
4	沿岸漂砂を完全に阻止する突堤(高天端)	-
5	沿岸漂砂の一部を阻止する突堤(天端高T.P.+1.5m)	-
6	消波堤を撤去し、新型離岸堤($K_t=0.6$)に変更	ケース3
7	消波堤を撤去し、人工リーフ($K_t=0.8$)に変更	ケース4
8	消波堤を撤去し、L字突堤に変更(高天端)	-
9	消波堤を撤去し、L字突堤に変更(天端高T.P.+1.5m)	ケース5
10	ケース1でL字突堤上手からの流入漂砂量が1万m ³ /年に激減	-
11	ケース3でL字突堤上手からの流入漂砂量が1万m ³ /年に激減	-
12	ケース9でL字突堤上手からの流入漂砂量が1万m ³ /年に激減	-

消波堤 : 存置 (波高伝達率 $K_t=0.4$)
 新規対策 : 無し

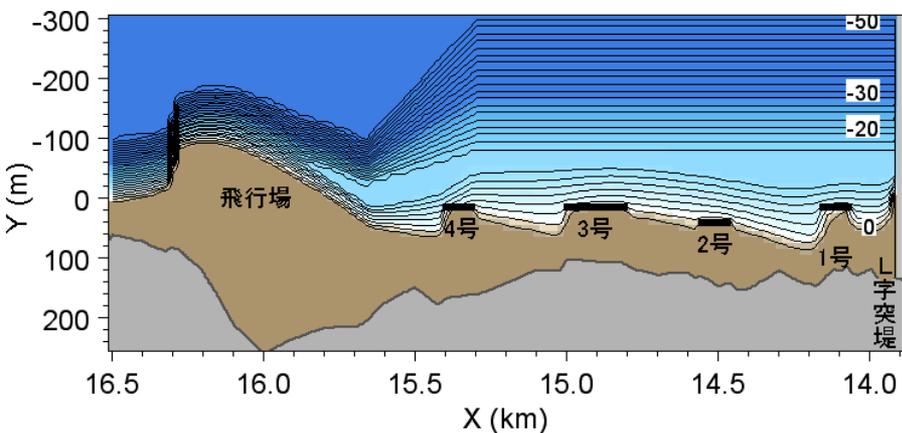
■2013年地形



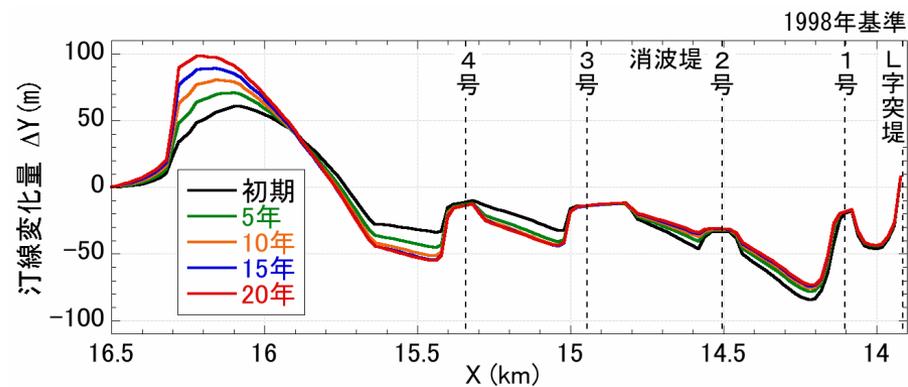
■水深変化量 (20年後 2033年)



■予測地形 (20年後 2033年)

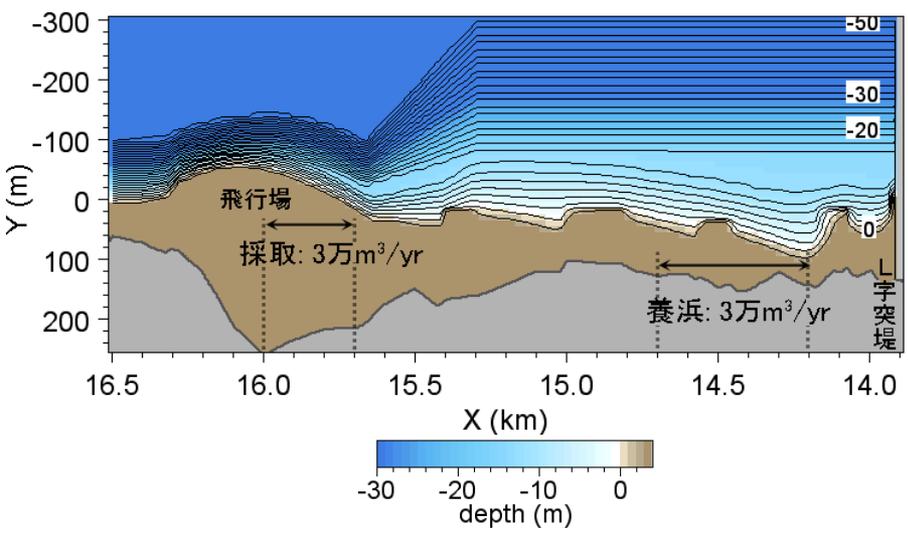


■汀線変化量 (1998年基準)

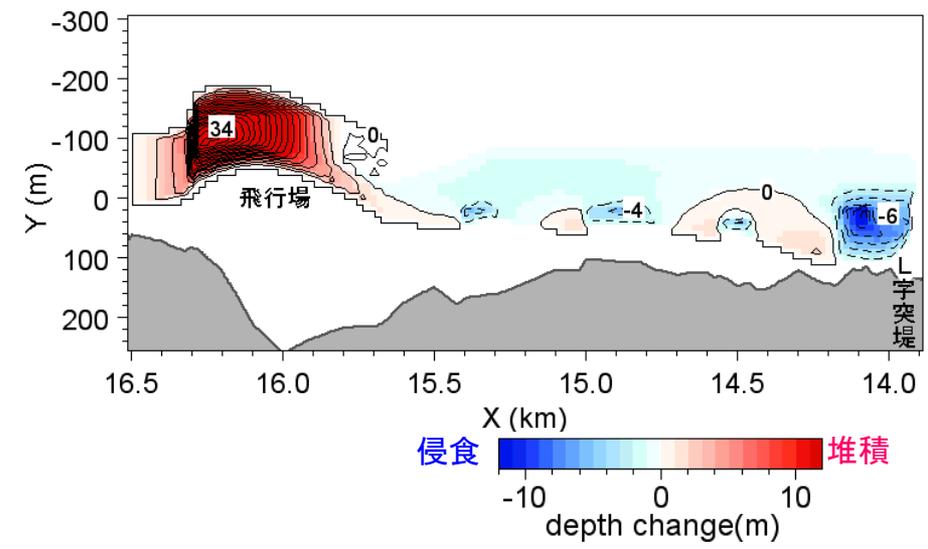


消波堤 : 撤去
新規対策 : 無し

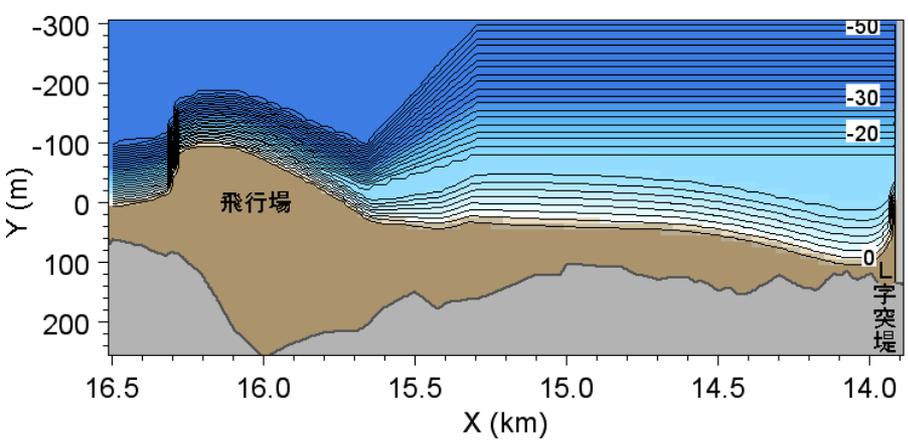
2013年地形



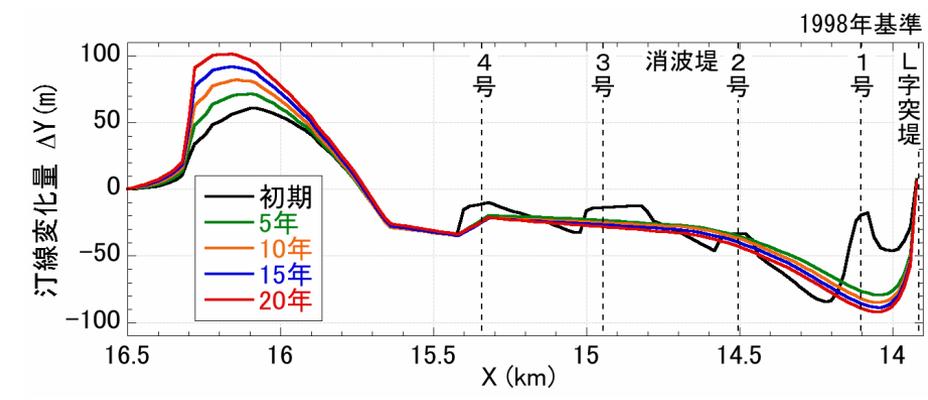
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)

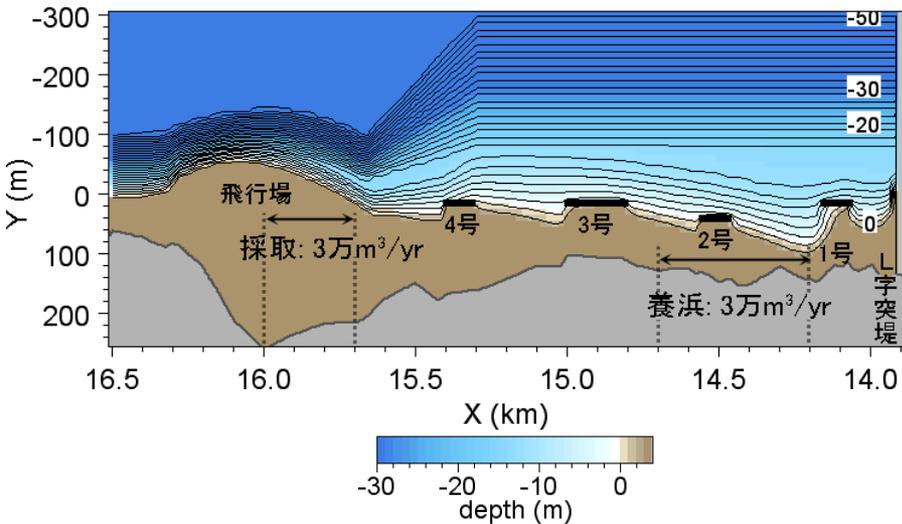


汀線変化量 (1998年基準)

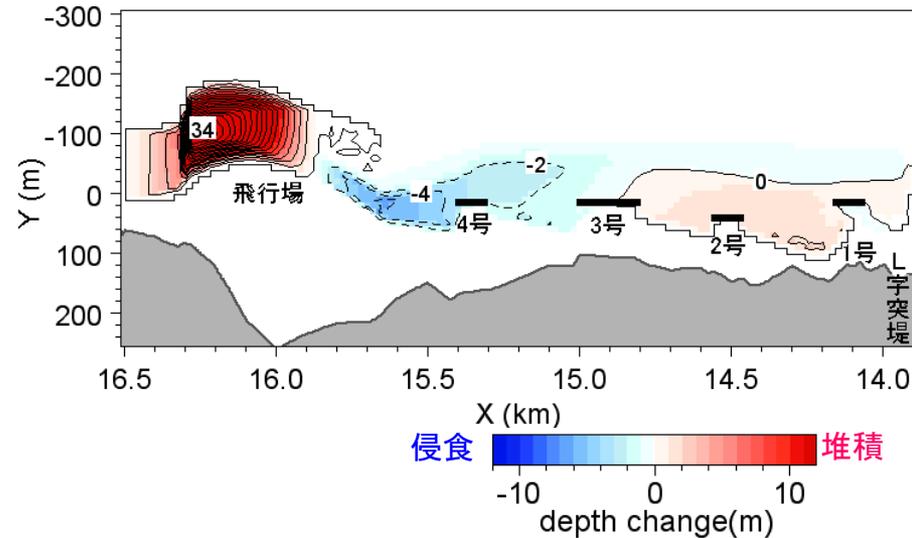


消波堤 : 切下げ (波高伝達率 $K_t=0.4 \rightarrow 0.5$)
新規対策 : 無し

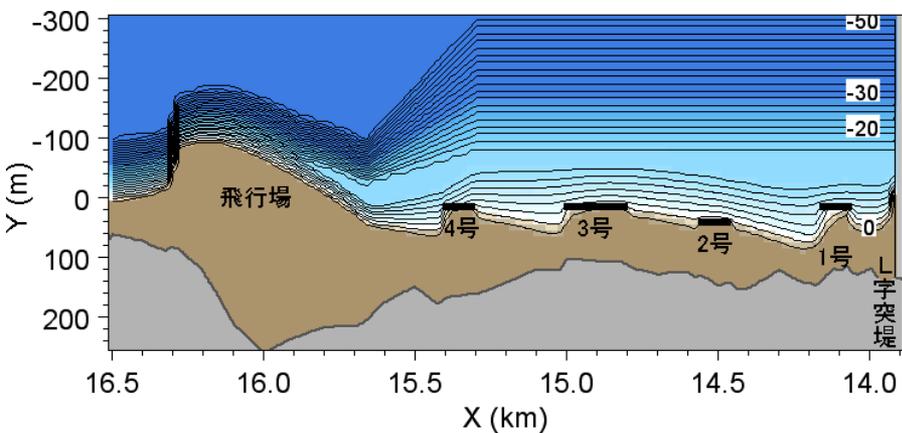
■2013年地形



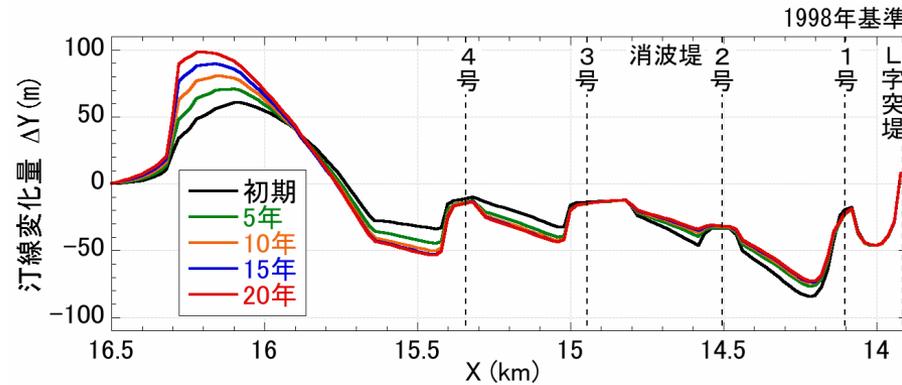
■水深変化量 (20年後 2033年)



■予測地形 (20年後 2033年)



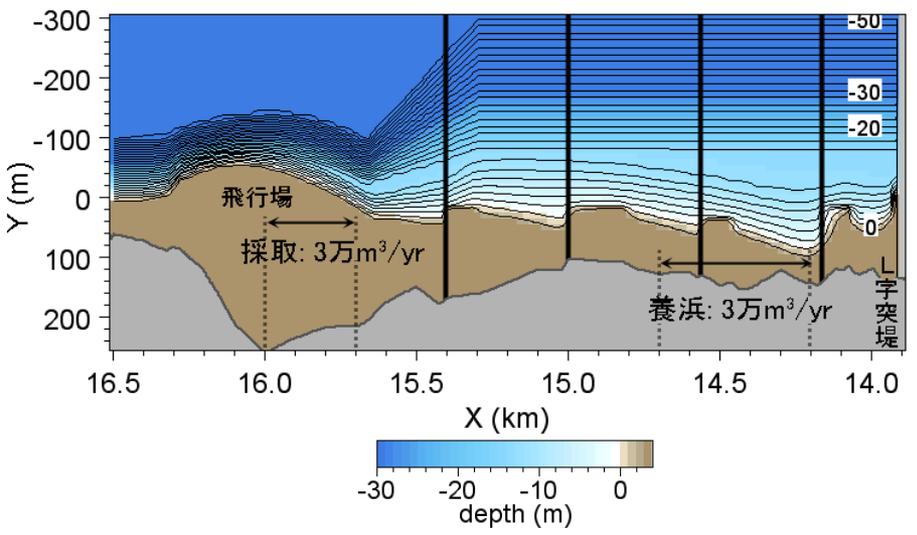
■汀線変化量 (1998年基準)



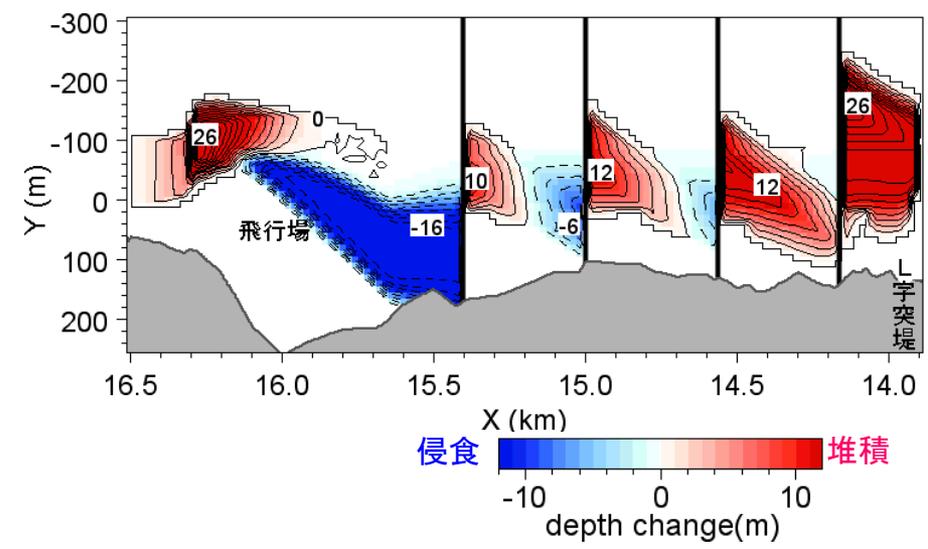
感度分析ケース 4 : シミュレーション結果

消波堤 : 撤去
新規対策 : 沿岸漂砂を完全に阻止する突堤(高天端)

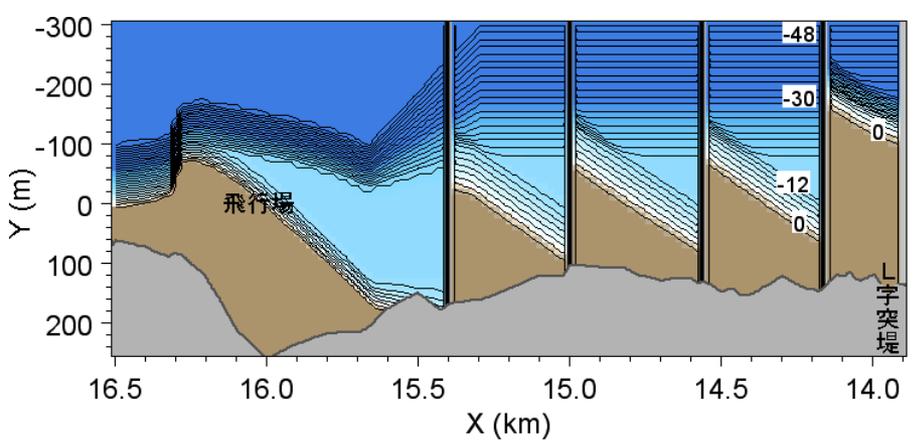
■ 2013年地形



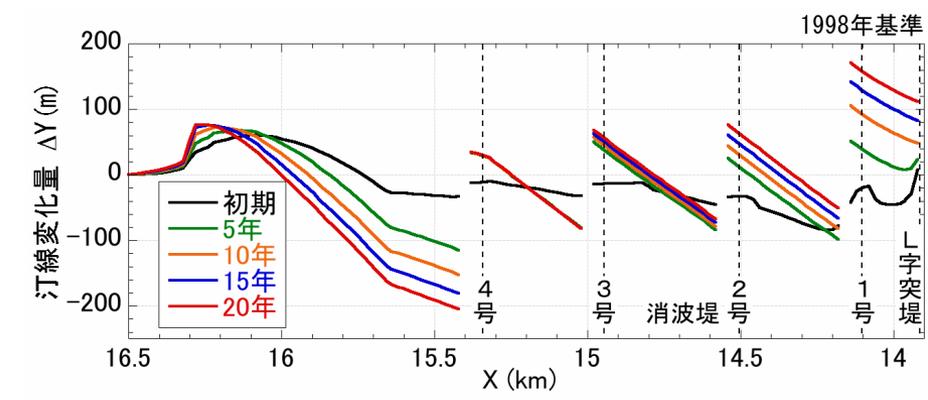
■ 水深変化量 (20年後 2033年)



■ 予測地形 (20年後 2033年)



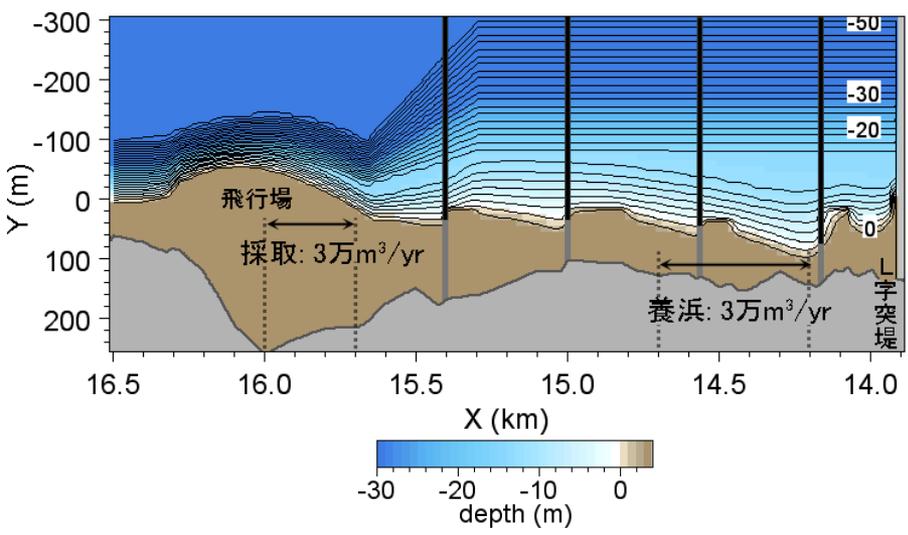
■ 汀線変化量 (1998年基準)



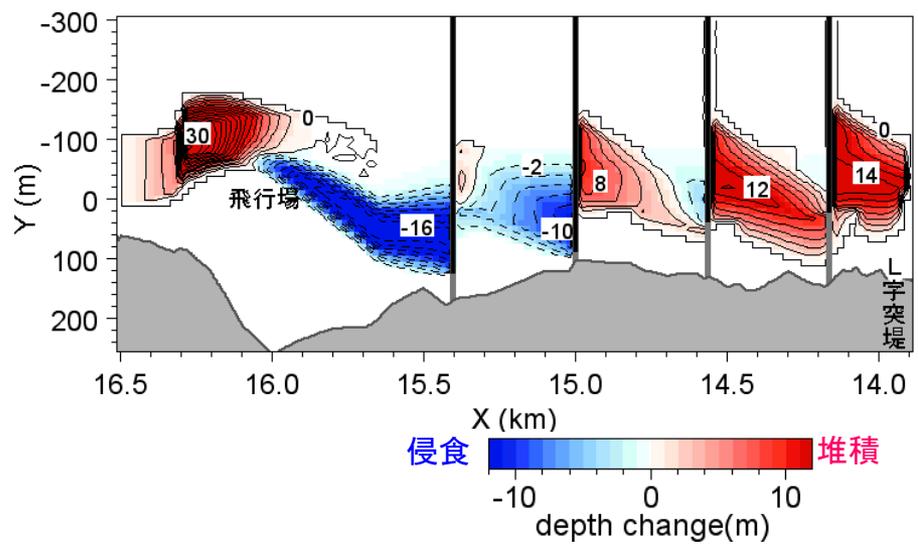
感度分析ケース 5 : シミュレーション結果

消波堤 : 撤去
新規対策 : 沿岸漂砂の一部を阻止する突堤(天端高T.P.+1.5m)

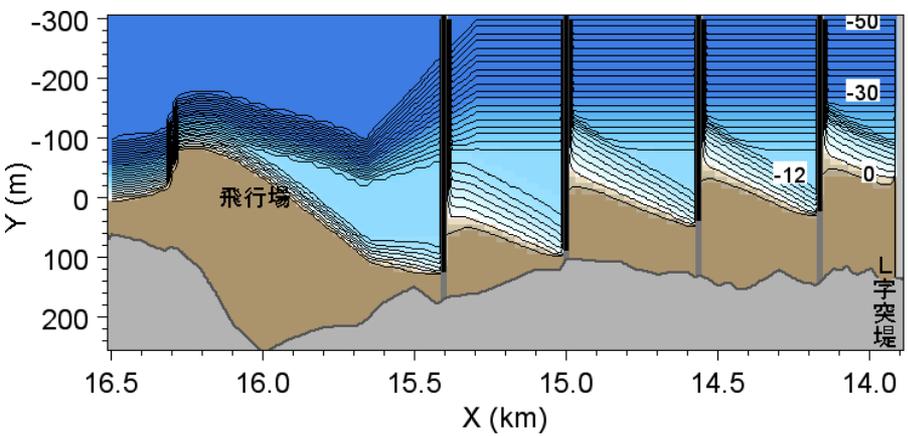
■2013年地形



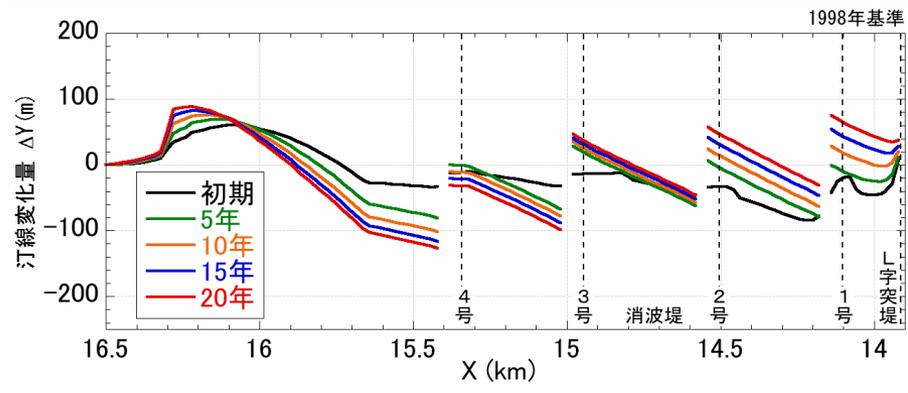
■水深変化量 (20年後 2033年)



■予測地形 (20年後 2033年)

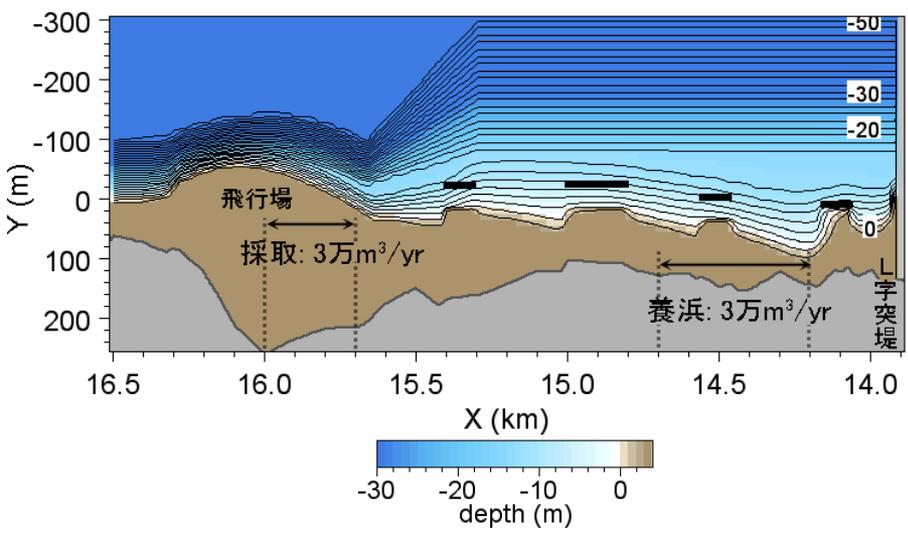


■汀線変化量 (1998年基準)

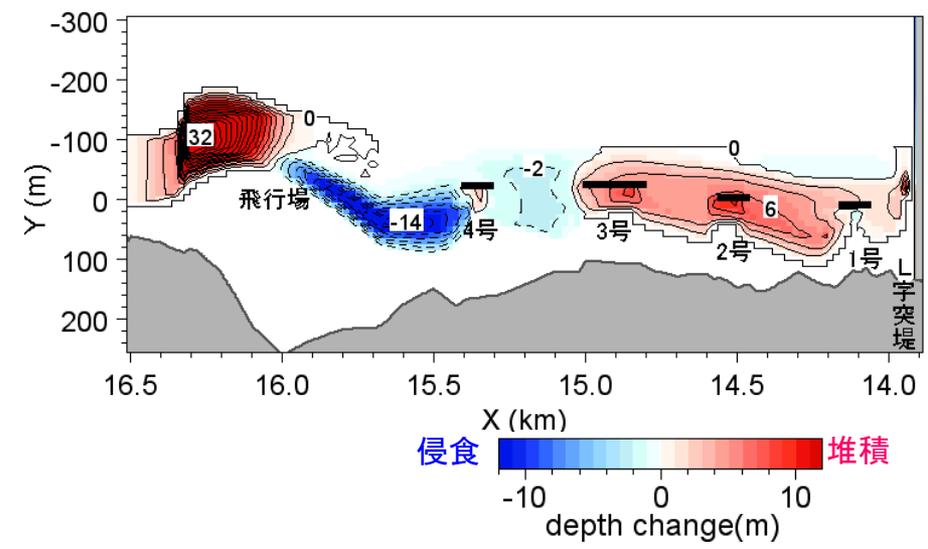


消波堤 : 撤去
新規対策 : 新型離岸堤 (波高伝達率 $K_t=0.6$)

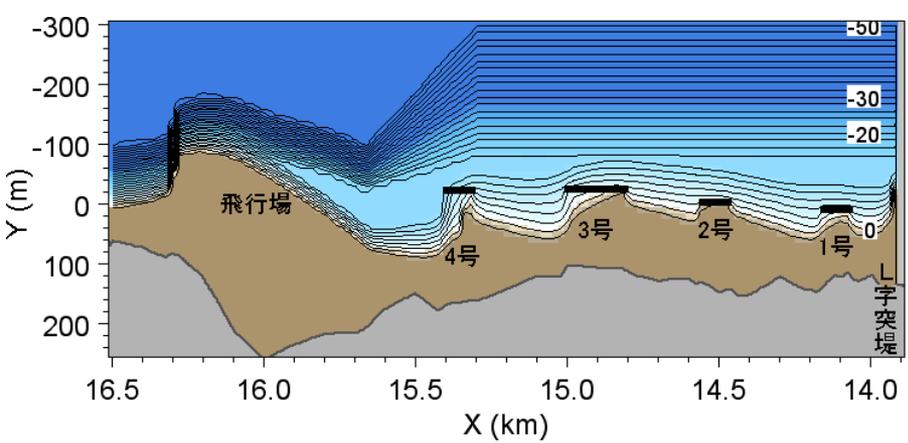
■ 2013年地形



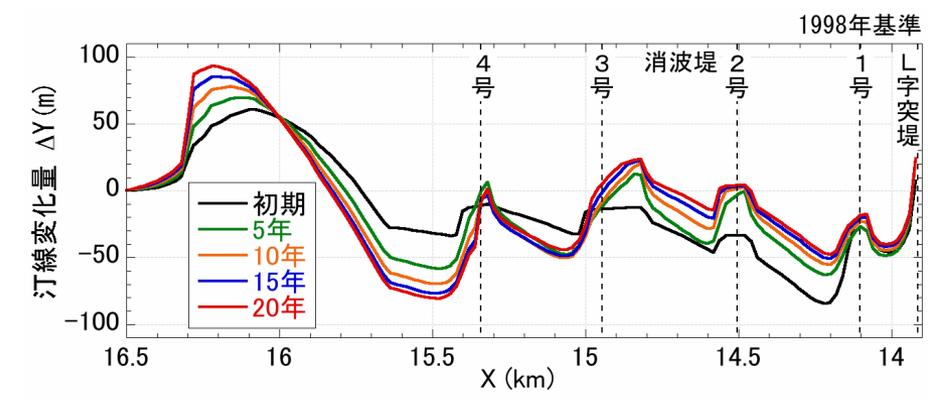
■ 水深変化量 (20年後 2033年)



■ 予測地形 (20年後 2033年)

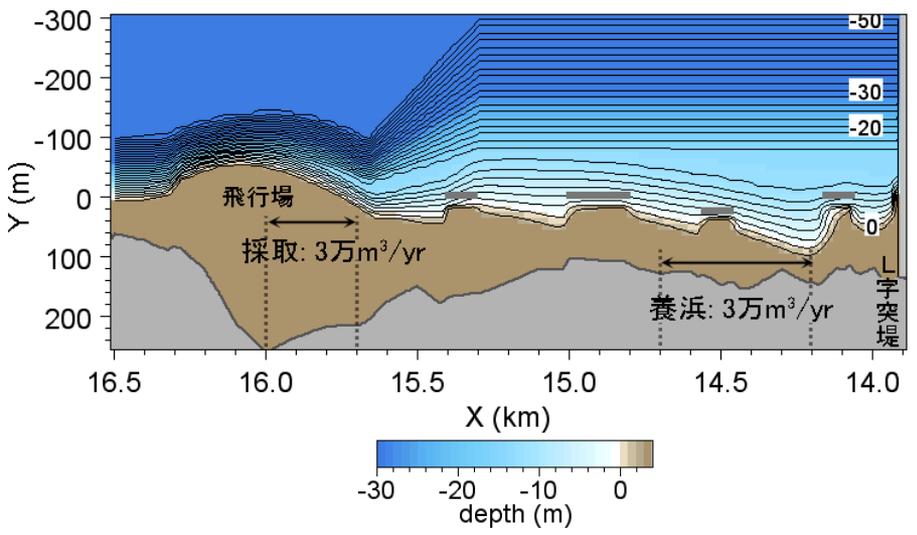


■ 汀線変化量 (1998年基準)

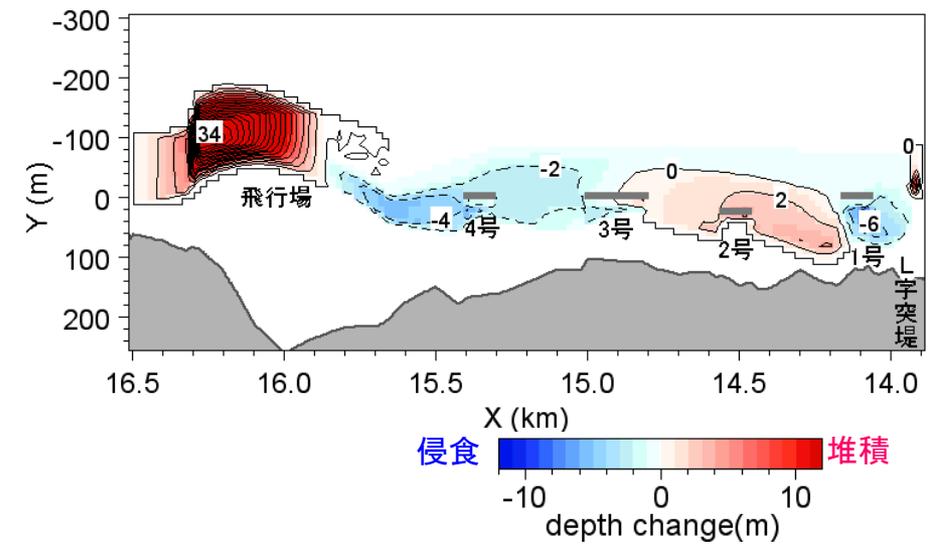


消波堤 : 撤去
新規対策 : 潜堤(人工リーフ)(波高伝達率 $K_t=0.8$)

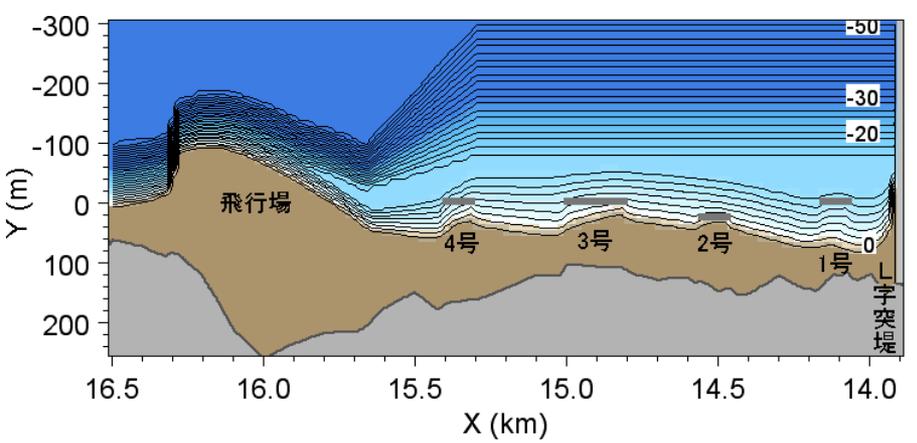
2013年地形



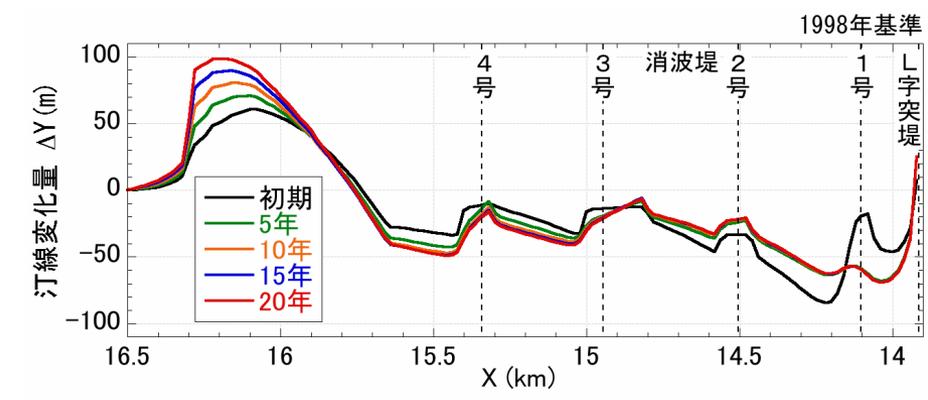
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)



汀線変化量 (1998年基準)

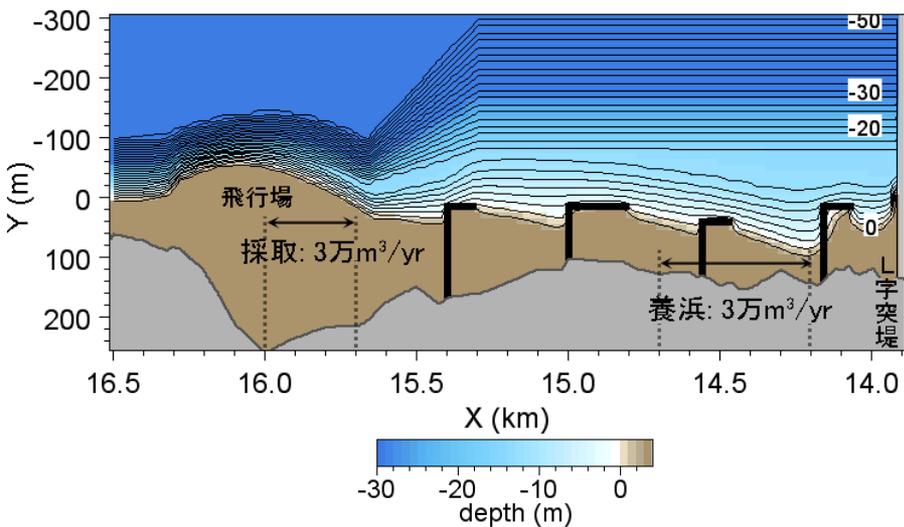


感度分析ケース 8 : シミュレーション結果

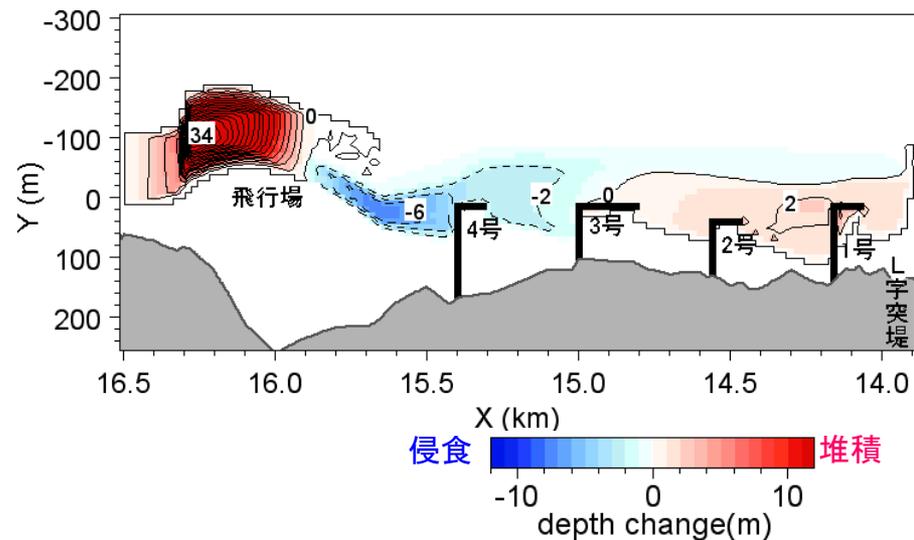
消波堤 : 撤去

新規対策 : 沿岸漂砂を完全に阻止する突堤(L字型)(高天端)

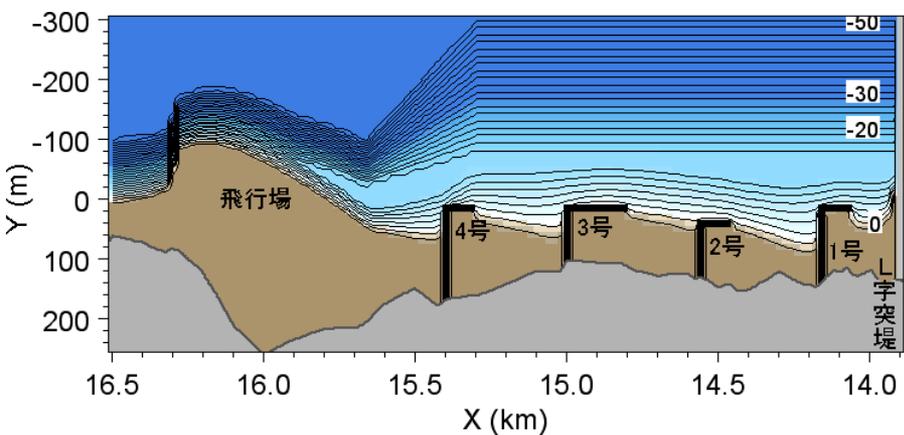
2013年地形



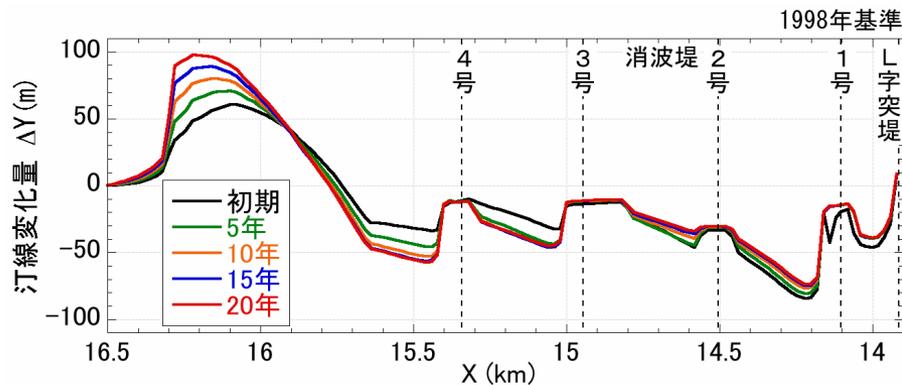
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)

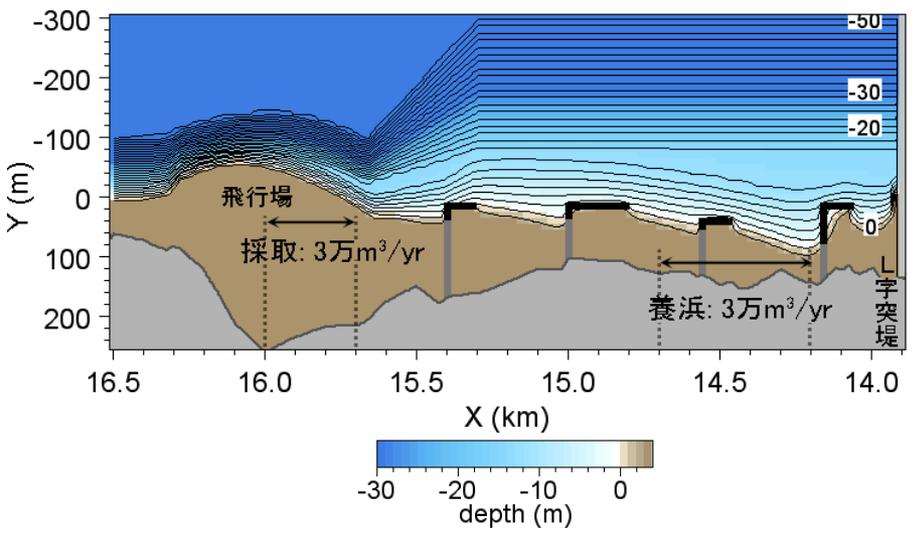


汀線変化量 (1998年基準)

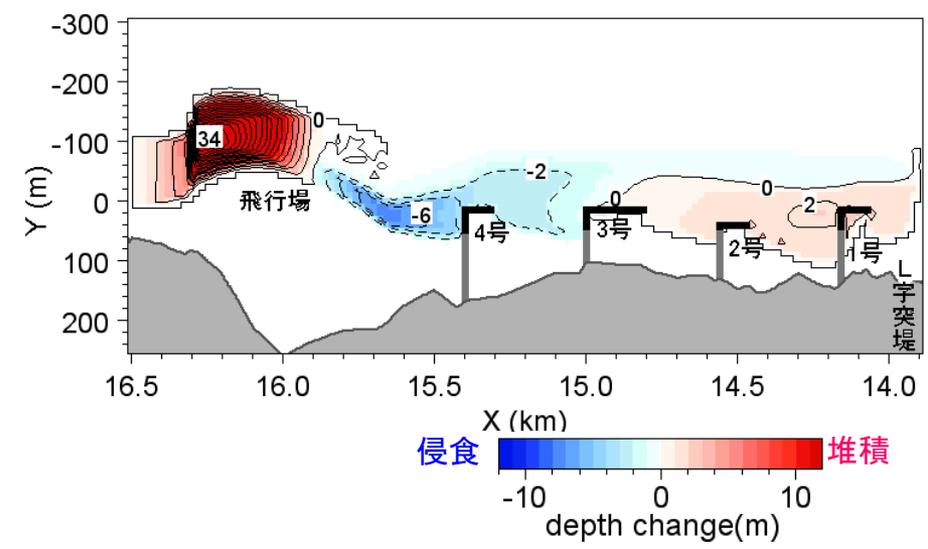


消波堤 : 撤去
新規対策 : 突堤(L字型) (天端高T.P.+1.5m)

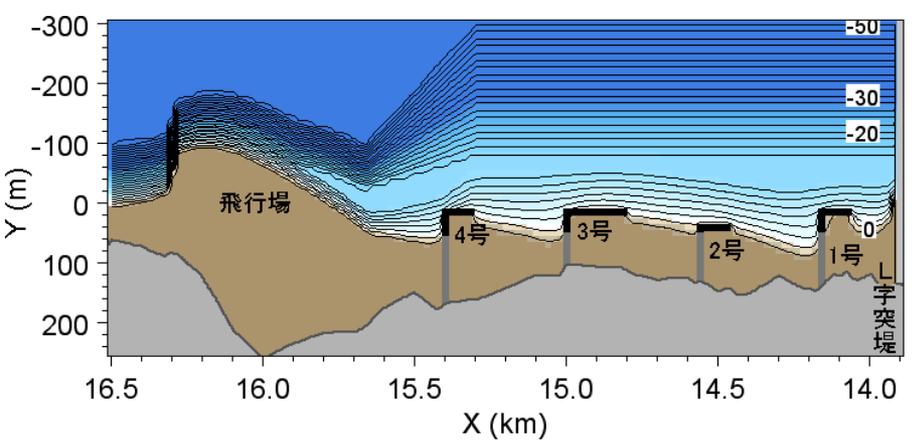
2013年地形



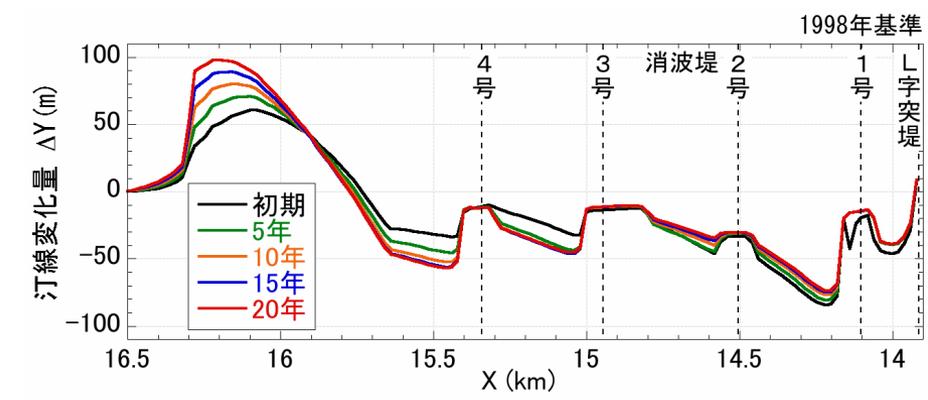
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)



汀線変化量 (1998年基準)

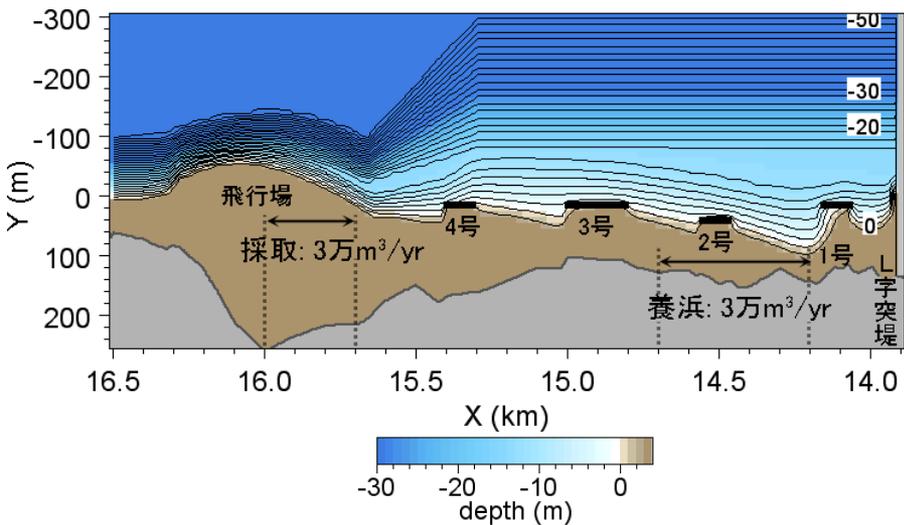


感度分析ケース 10：シミュレーション結果

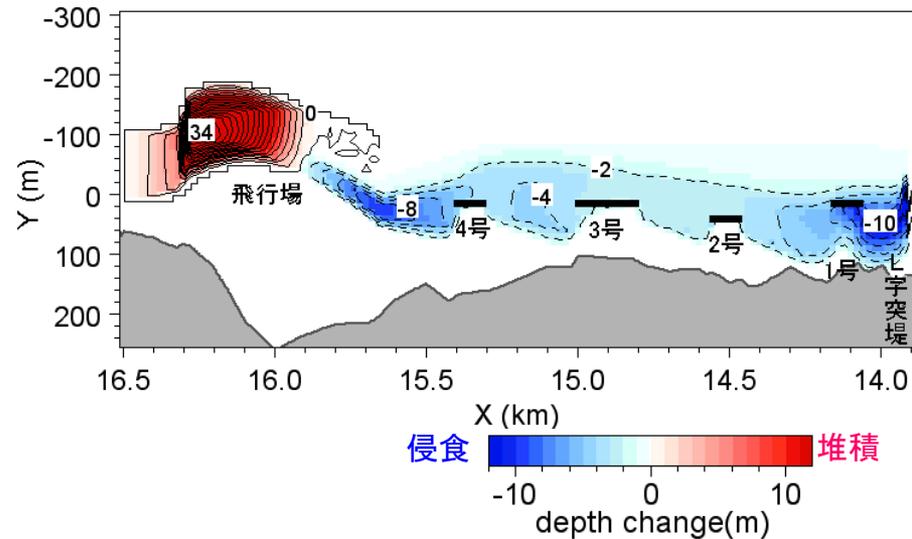
消波堤：存置 (波高伝達率 $K_t=0.4$)

新規対策：無し (ケース1で流入漂砂量が $4.5\text{万m}^3/\text{年}$ → $1\text{万m}^3/\text{年}$ に激減)

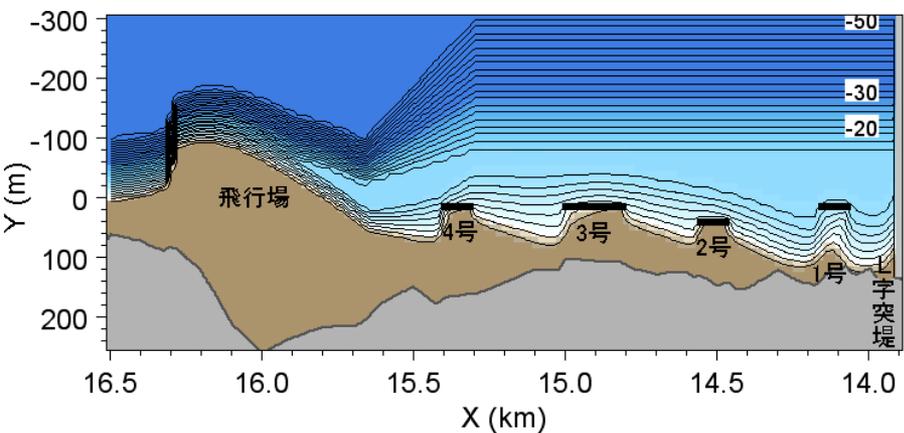
2013年地形



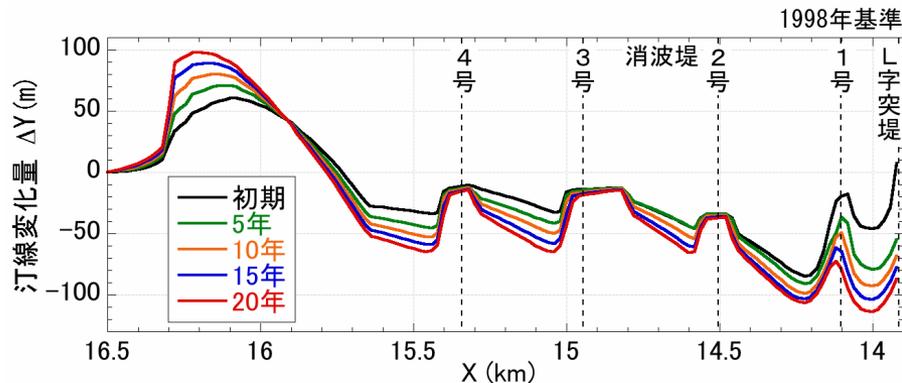
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)



汀線変化量 (1998年基準)

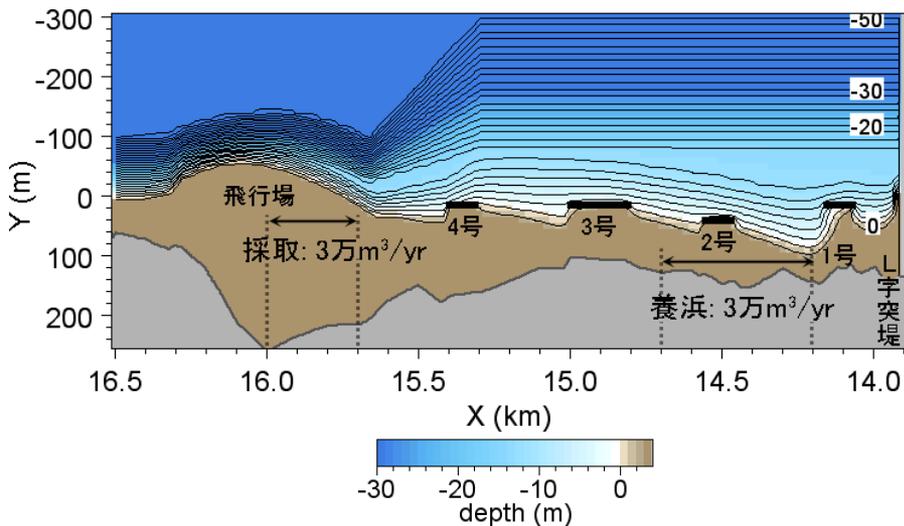


感度分析ケース 11：シミュレーション結果

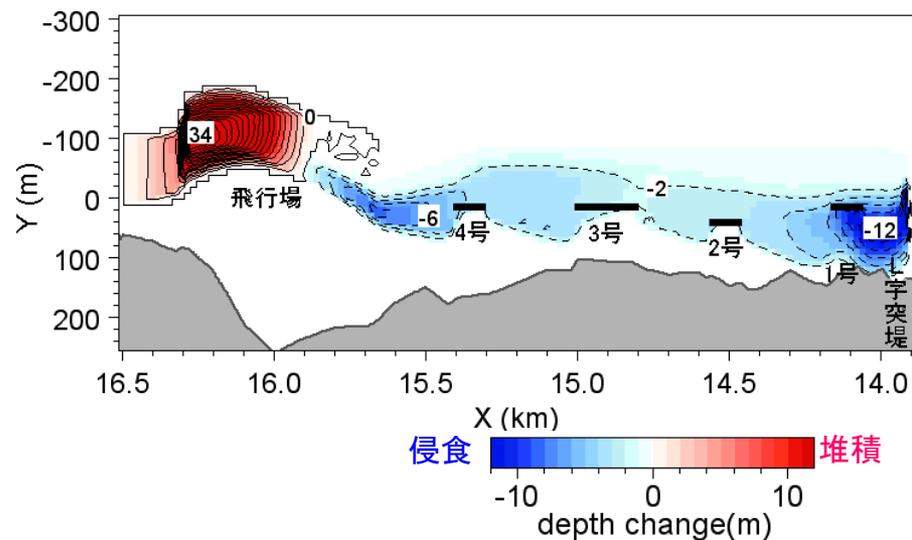
消波堤：切下げ (波高伝達率 $K_t=0.5$)

新規対策：無し (ケース3で流入漂砂量が $4.5\text{万m}^3/\text{年}$ → $1\text{万m}^3/\text{年}$ に激減)

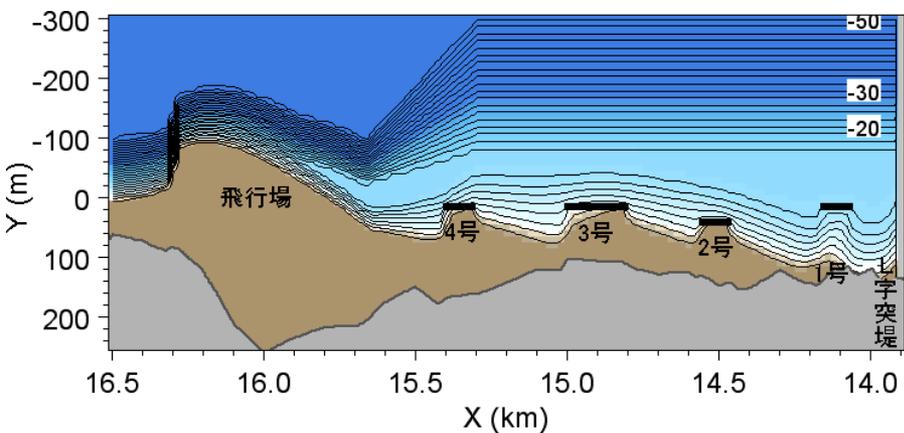
2013年地形



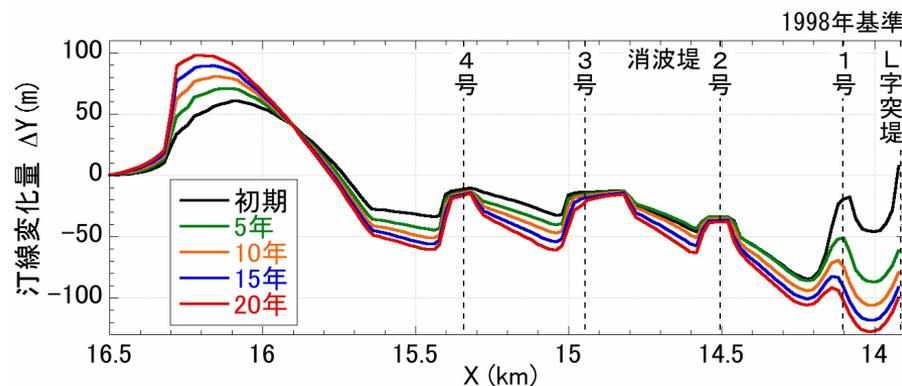
水深変化量 (20年後 2033年)



予測地形 (20年後 2033年)

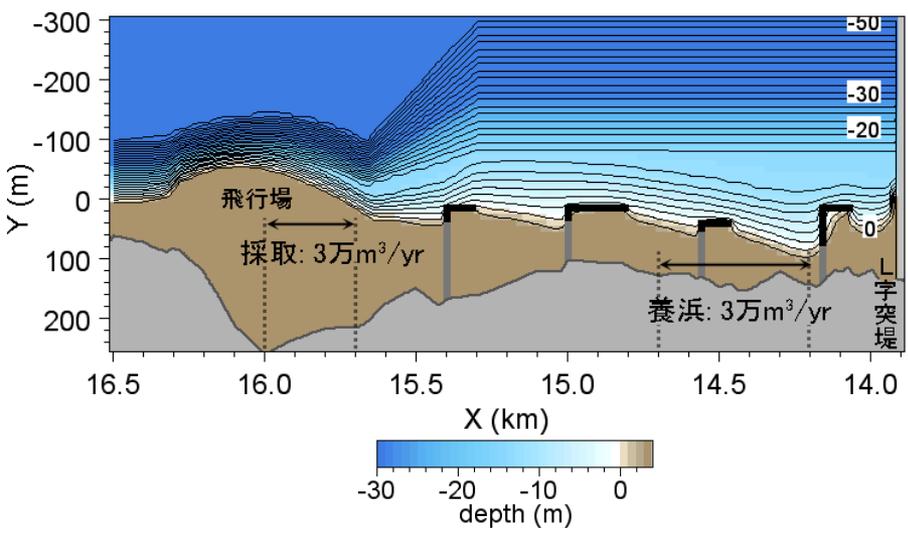


汀線変化量 (1998年基準)

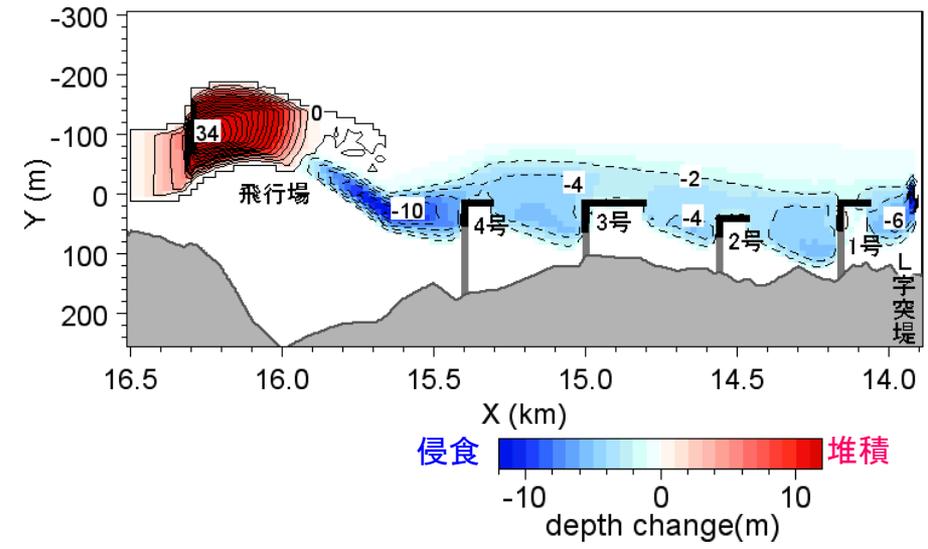


消波堤 : 撤去
新規対策 : 突堤(L字型) (天端高T.P.+1.5m) (ケース9で流入漂砂量が4.5万m³/年→1万m³/年に激減)

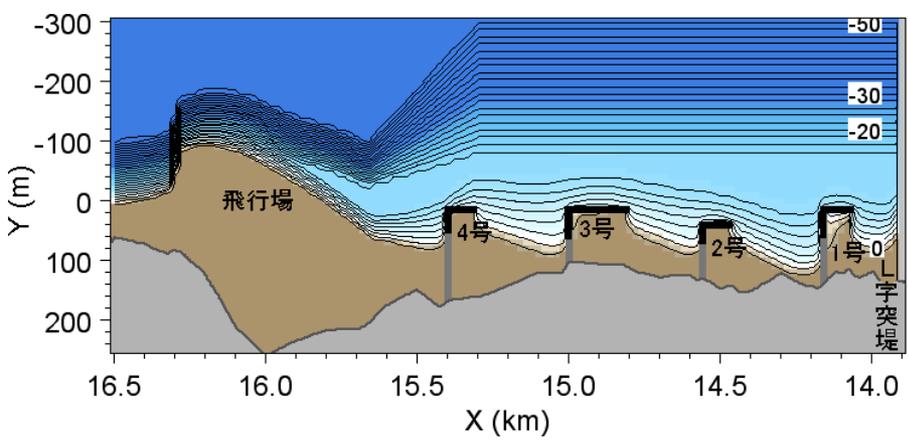
■2013年地形



■水深変化量 (20年後 2033年)



■予測地形 (20年後 2033年)



■汀線変化量 (1998年基準)

