

養浜による海岸保全効果の検証

神奈川県藤沢土木事務所なぎさ河川砂防部



2013年1月23日撮影

目次

1. 養浜実績と計画	1
2. 養浜後の来襲波浪	4
3. 養浜後の地形変化	6
4. 海浜の質的变化	35
5. 養浜による地形変化の将来予測	38
6. 養浜事業の評価	44

1 養浜実績と計画

(1) 養浜実績

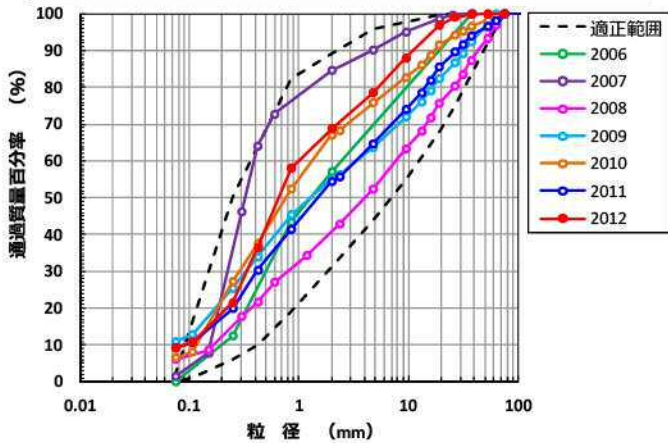
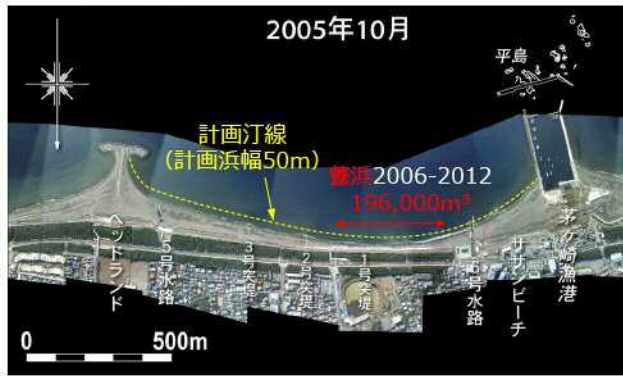


図-2 養浜材の適性

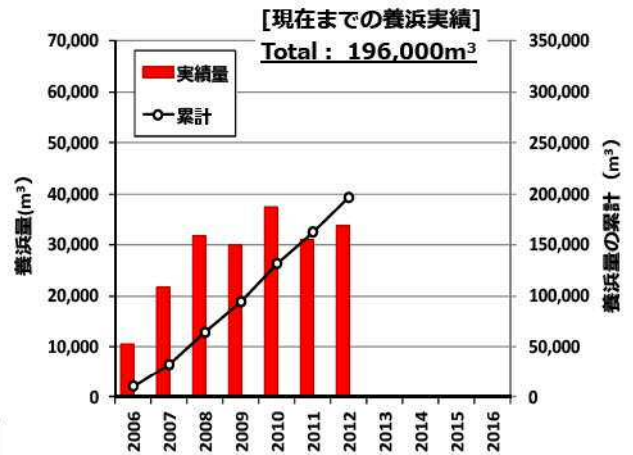


図-1 養浜量

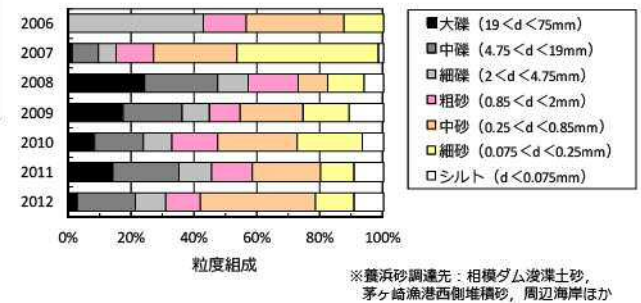


図-3 養浜材の質

1 養浜実績と計画

(2) 養浜計画

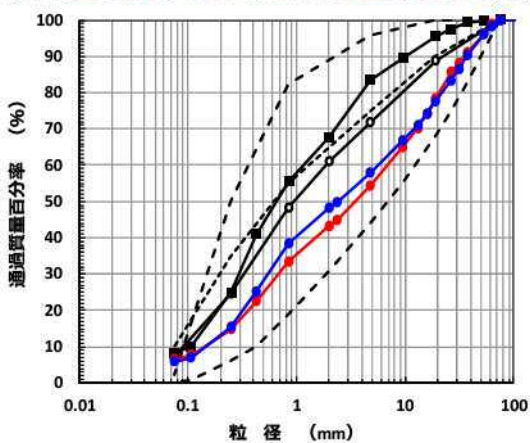
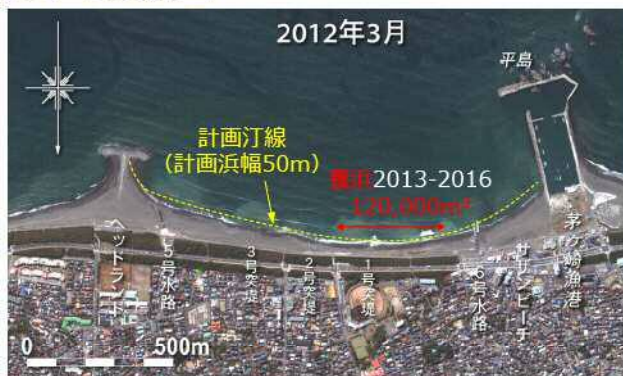


図-5 養浜材の適性

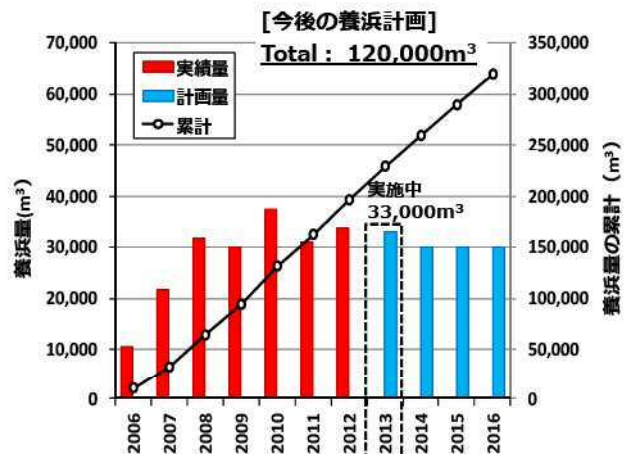


図-4 養浜量

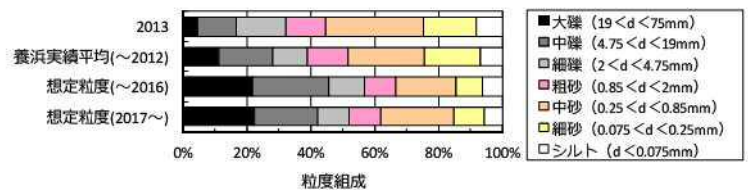
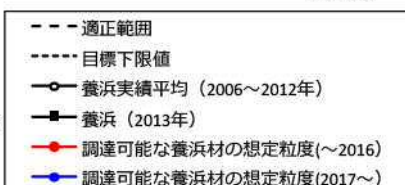


図-6 養浜材の質

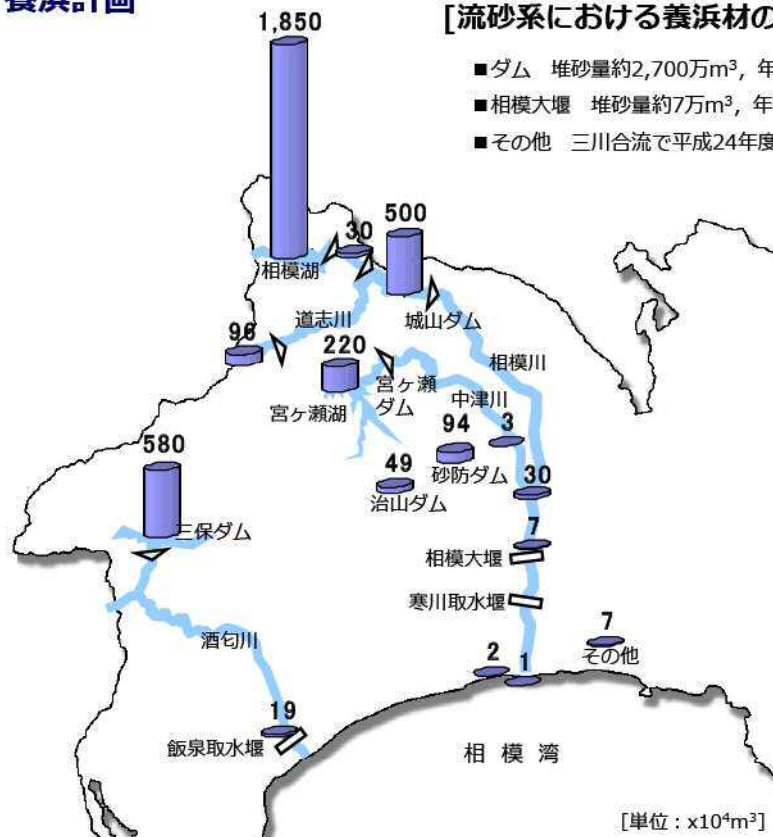


1 養浜実績と計画

(2) 養浜計画

[流砂系における養浜材の供給源]

- ダム 堆砂量約2,700万m³、年平均流入土砂量約87万m³/yr
- 相模大堰 堆砂量約7万m³、年平均流入土砂量約2万m³/yr
- その他 三川合流で平成24年度から約12万m³の土砂（養浜材）が発生予定



名称	現況堆砂量 (減速・掘削予定量) (万m ³)	年平均 流入土砂量 (万m ³ /年)	
ダム	相模	1,850	41
	沼本	30	0.5
	城山	500	12
	道志	96	2.5
	宮ヶ瀬	220	31
	ダム計	2,696	87
砂防	砂防ダム	94	-
	治山ダム	49	-
河川 工事	中津川	3	-
	三川合流	30	-
	金目川	2	-
利水	相模大堰	7	2
	相模川河口	1	0.5
	その他建設発生土砂	7	-
	相模川流域計	2,890	90
酒匂川 流域	ダム 三保	580	25
	利水 飯泉取水堰	19	-
	酒匂川流域計	599	25

図-7 流砂系における養浜材の供給源

3

2 養浜後の来襲波浪

養浜量 10,392m³ 21,650m³ 31,655m³ 30,000m³ 37,535m³ 30,971m³ 33,800m³ 33,000m³

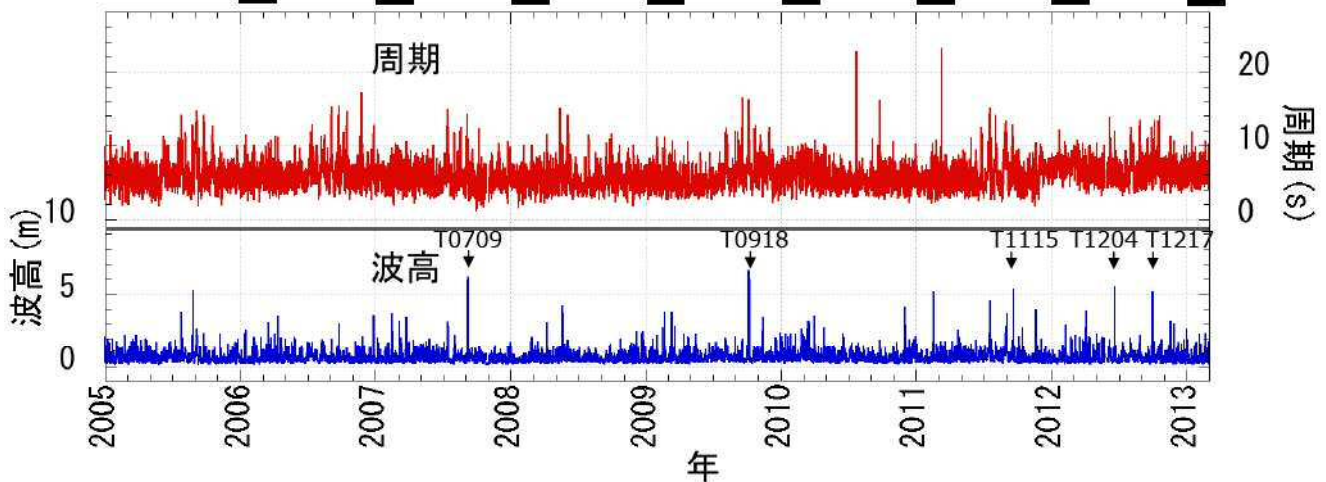


図-8 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果 (2005年1月1日~2013年2月28日)

表-1 平塚観測塔 (h=20m) におけるエネルギー平均波, 最大有義波, 年数回波 (2005年1月1日~2012年12月31日)

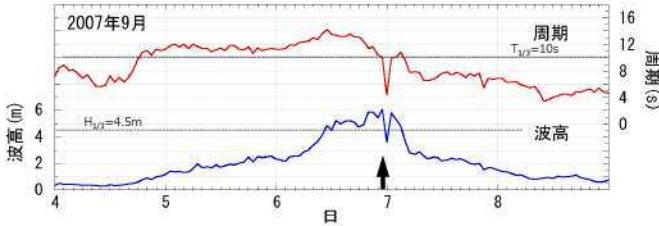
年	エネルギー平均波		年最大有義波高 (m)	年数回波 (1%確率) (m)
	波高 (m)	周期 (s)		
2005	0.85	6.11	5.20	2.03
2006	0.76	6.26	3.48	1.89
2007	0.86	5.78	6.09	2.42
2008	0.63	5.42	4.19	1.57
2009	0.82	5.94	6.53	2.08
2010	0.80	5.76	4.07	2.14
2011	(0.89)	(5.87)	(5.28)	(2.52)
2012	0.79	6.82	5.46	2.08

30年確率波 (計画波浪)
H₀'=8.70m, T₀'=12.6s

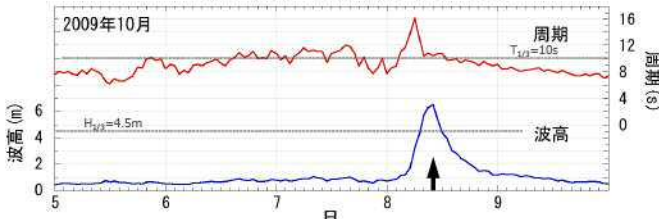
4

2 養浜後の来襲波浪

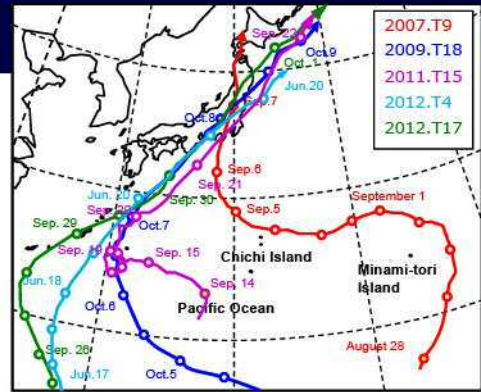
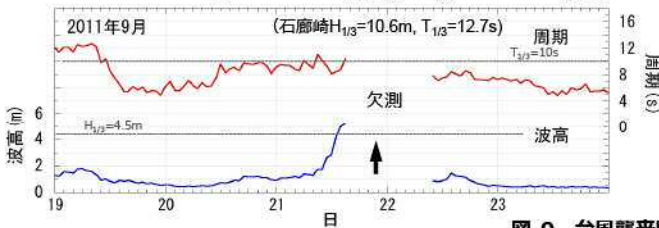
2007年台風9号 : $H_{1/3}=6.1\text{m}$, $T_{1/3}=10.1\text{s}$, S10E(平塚)
 $H_{1/3}>4.5\text{m} \rightarrow 17\text{h}$ (観測史上最長), $T_{1/3}>10\text{s} \rightarrow 57\text{h}$



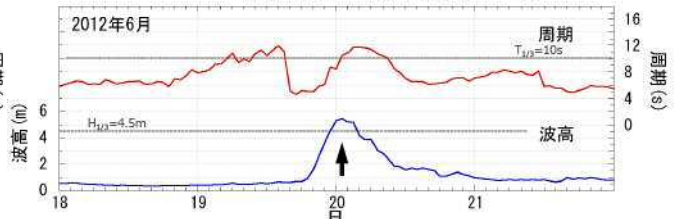
2009年台風18号 : $H_{1/3}=6.5\text{m}$, $T_{1/3}=10.4\text{s}$, S31W(波浮)
 $H_{1/3}>4.5\text{m} \rightarrow 5\text{h}$, $T_{1/3}>10\text{s} \rightarrow 13\text{h}$



2011年台風15号 : $H_{1/3}=7\sim 8\text{m}$, $T_{1/3}=20\text{s}$ (推定)
 $H_{1/3}>4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$ (推定), $T_{1/3}>10\text{s} \rightarrow 40\text{h}$ (推定)



2012年台風 4号 : $H_{1/3}=5.5\text{m}$, $T_{1/3}=10.5\text{s}$
 $H_{1/3}>4.5\text{m} \rightarrow 4\text{h}$, $T_{1/3}>10\text{s} \rightarrow 8\text{h}$



2012年台風17号 : $H_{1/3}=5.1\text{m}$, $T_{1/3}=9.9\text{s}$
 $H_{1/3}>4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$, $T_{1/3}>10\text{s} \rightarrow 2\text{h}$

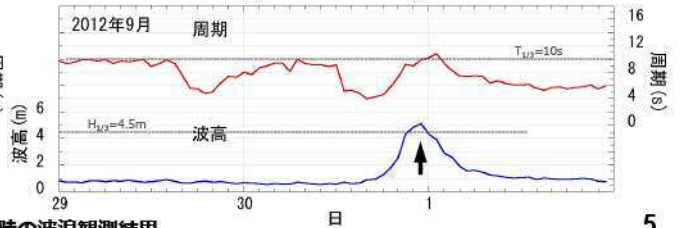
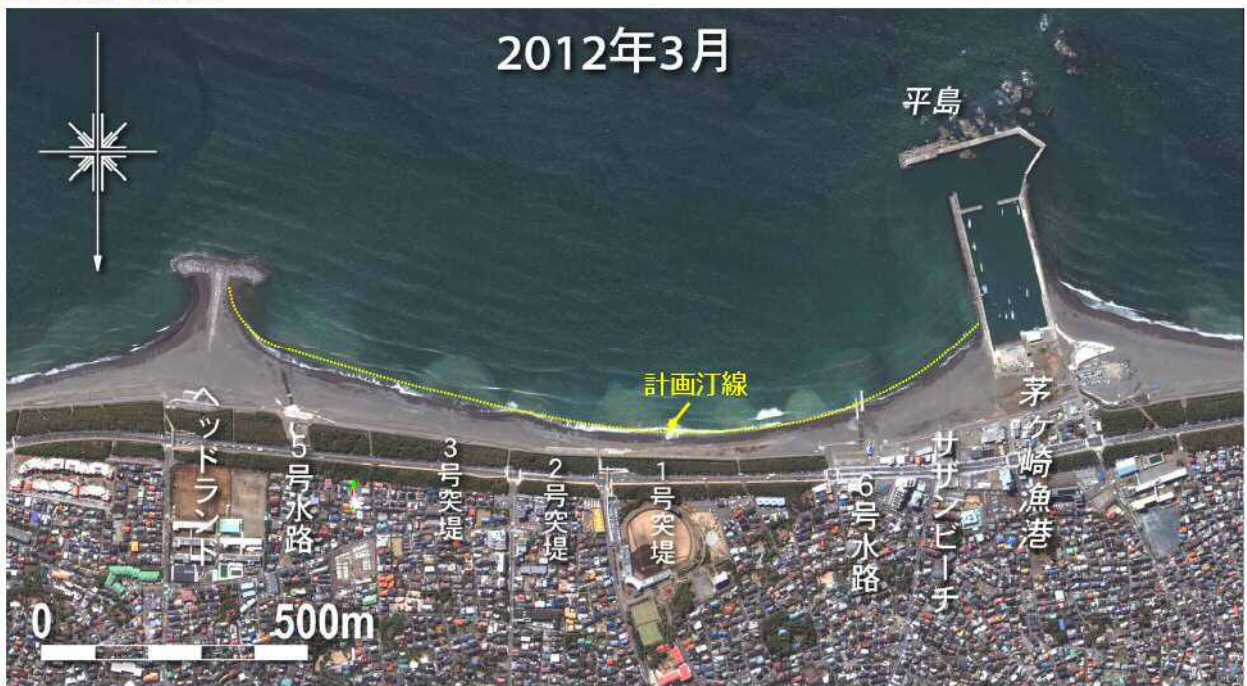


図-9 台風襲来時の波浪観測結果

3 養浜後の地形変化

(1) 海岸の変化



2005年10月28日10:00	T.P.-0.16m
2007年11月21日10:00	T.P. 0.00m
2008年 8月 7日14:27	T.P.-0.17m
2009年 3月12日12:00	T.P.-0.67m
2009年 7月15日 9:20 推定	T.P.+0.22m
2010年5月20日14:00	T.P.-0.50m
2011年3月4日 10:26	T.P.-0.44m
2011年11月1日 11:10	T.P.+0.33m
2012年3月27日 11:03	T.P.-0.50m

計画汀線：浜幅が最も狭い海岸中央部で浜幅50m確保

図-10 空中写真による海岸の経年変化 (2005年10月~2012年3月)

3 養浜後の地形変化

(1) 海岸の変化

経年的に汀線は前進し、砂浜は回復している。



図-10 空中写真による海岸の経年変化 (2005年10月～2012年3月)

7

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

養浜開始後、6号水路～HL間のほぼ全域で汀線前進 (2011年の台風15号襲来後の11月時点と比較しても6号水路～HL間のほぼ全域で汀線が前進, 6号水路は養浜材の西側への移動を制御)。2012年3月までの汀線前進量は最大20m。

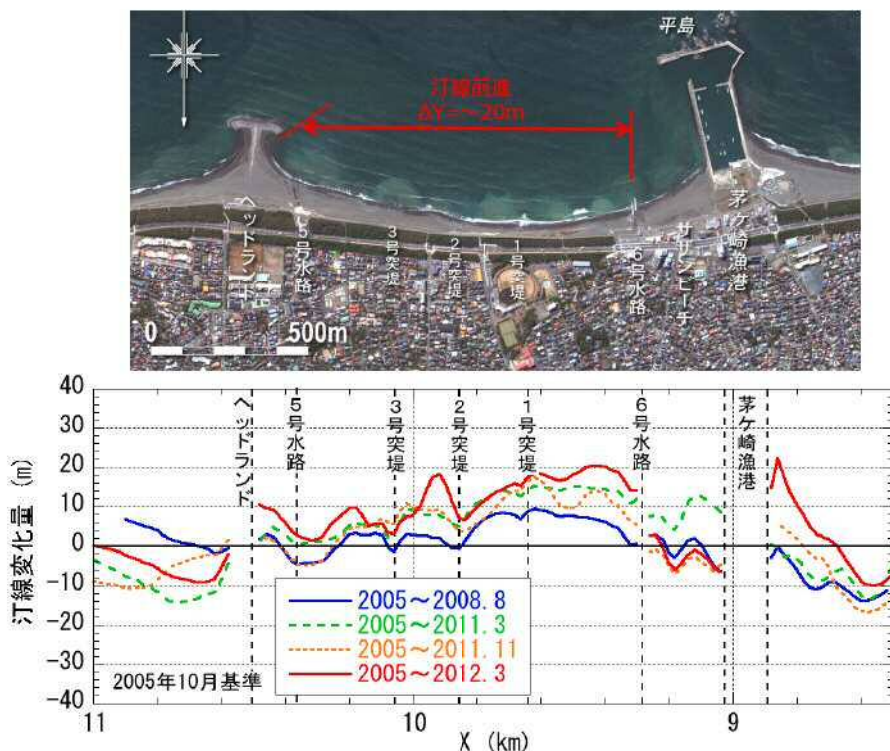


図-11 茅ヶ崎中海岸の汀線変化量 (2005年基準)

8

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

1954年基準の汀線変化より、湘南海岸全域（相模川～江の島）では、汀線変化の不動点（3号水路付近）は変化なし。

2005年基準の汀線変化より、茅ヶ崎中海岸では著しく汀線前進。一方、ヘッドランド東側、1号水路東側、片瀬漁港西側で汀線が後退。

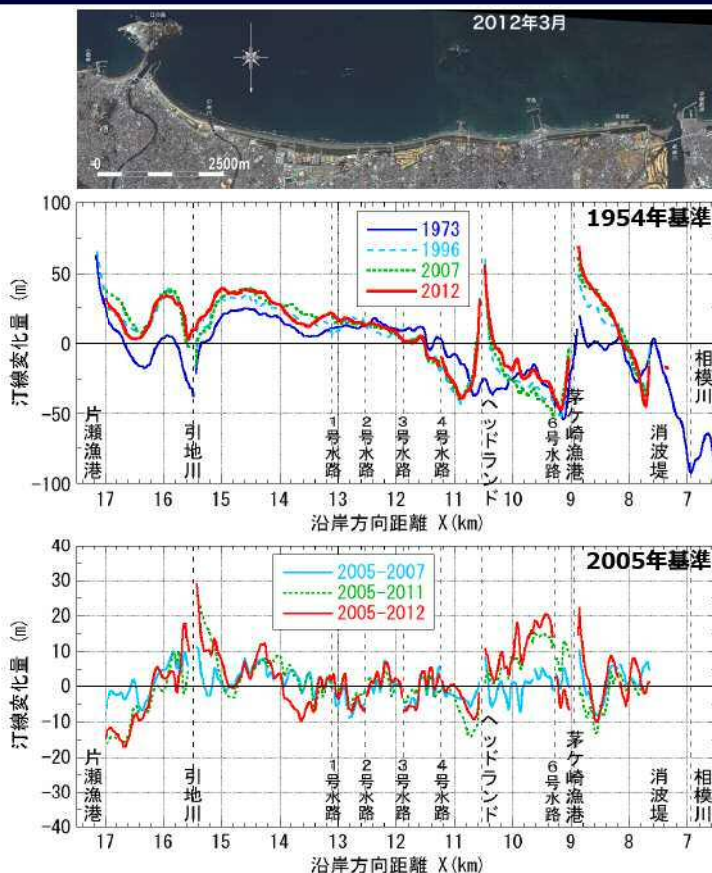


図-12 湘南海岸全域の汀線変化量

3 養浜後の地形変化

(3) 実績養浜量と海浜面積変化量

2005年10月～2012年3月までの茅ヶ崎中海岸全域（約1.4km）の海浜面積は増加傾向、変化量は1.32万m²。
 海浜面積は2011年の台風15号により同年11月には5.0×10³m²減少するが、2012年3月では5.8×10³m²回復した。
 実績養浜量と海浜面積変化量の関係によれば、2010年以降、養浜量に対する面積増加量は鈍っている。

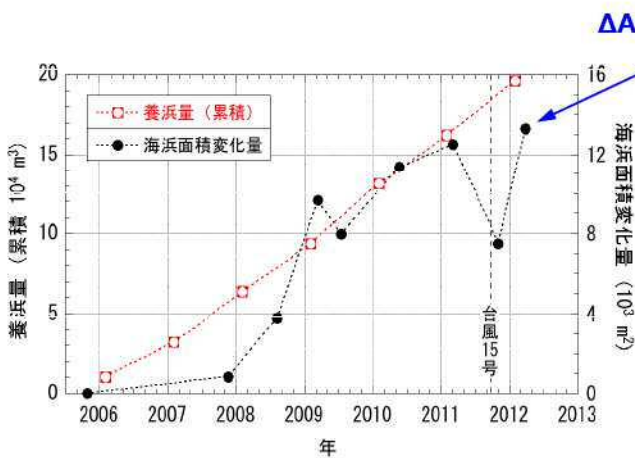


図-13 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量（2005年基準）

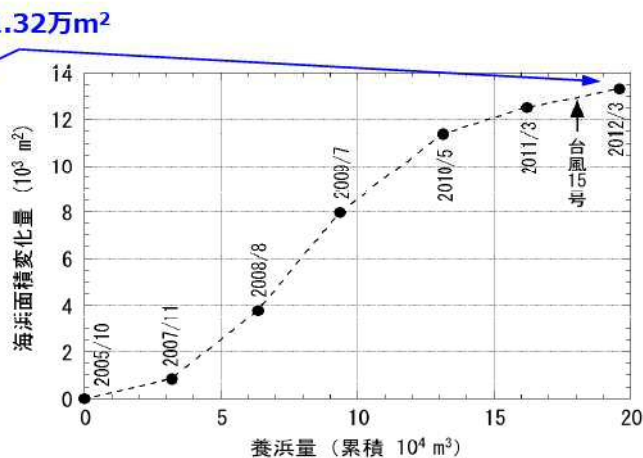


図-14 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量の関係（2005年基準）

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

養浜前後、夏季、高波浪前後、礫の露出に注目して画像を解析した。

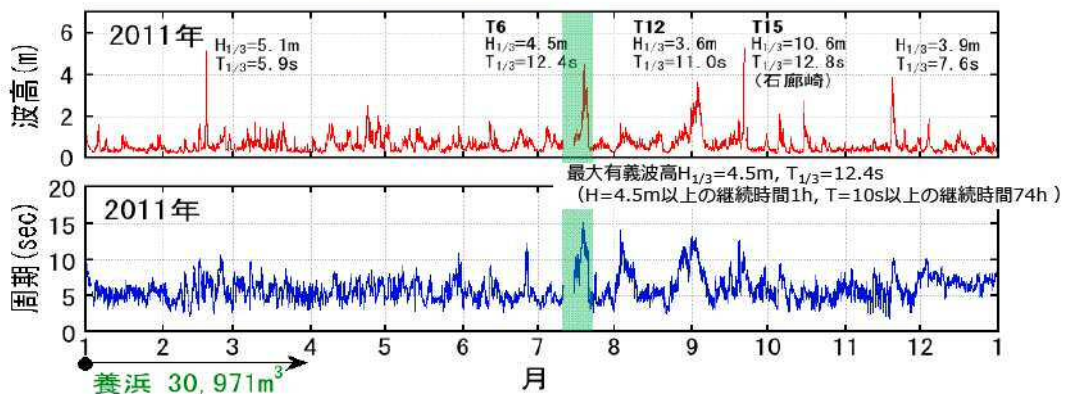


撮影開始：2007年1月30日～
 撮影時間：6時～18時/日 毎正時50秒
 解析方法：T.P.±0m, H<0.5mの連続撮影時間の平均化

図-15 定点カメラの設置地点の撮影範囲

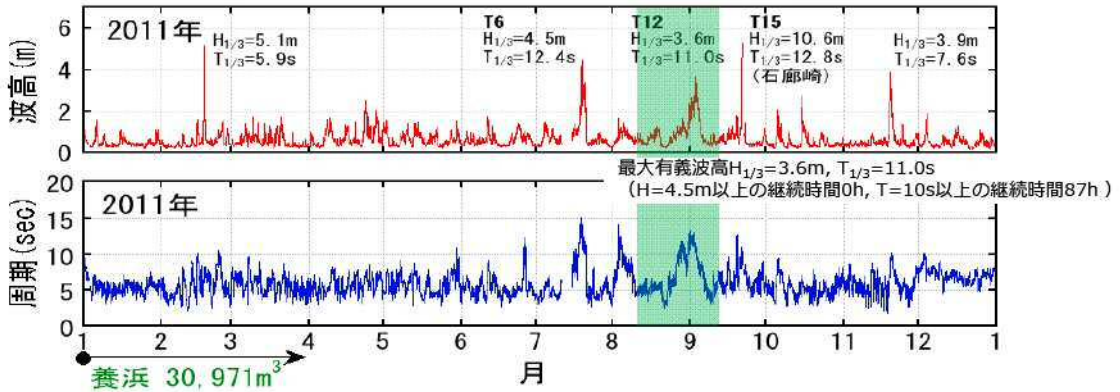
(4) 定点カメラ画像の解析

2011年の台風6号による高波浪作用後（波高が高く周期の長い波が長時間作用），礫がカスプ状に前浜に堆積。



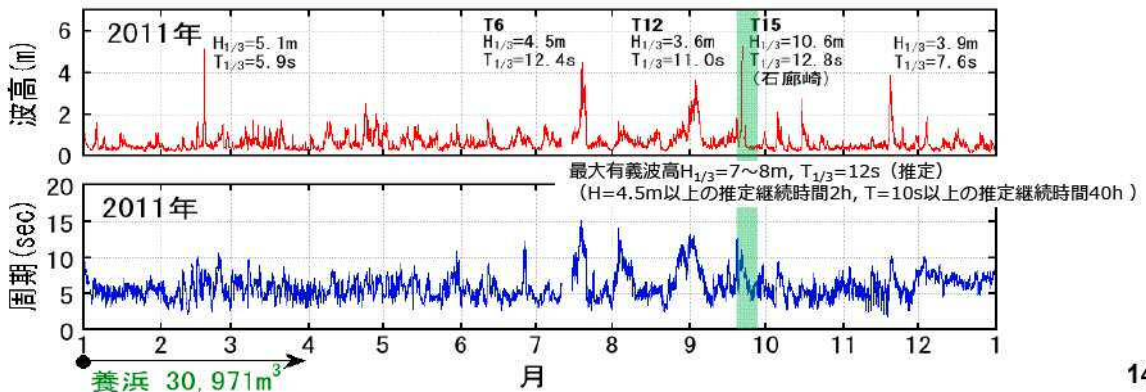
(4) 定点カメラ画像の解析

2011年の台風12号による波浪作用後（比較的波高が小さく周期の長い波が長時間作用）、砂が前浜に堆積。



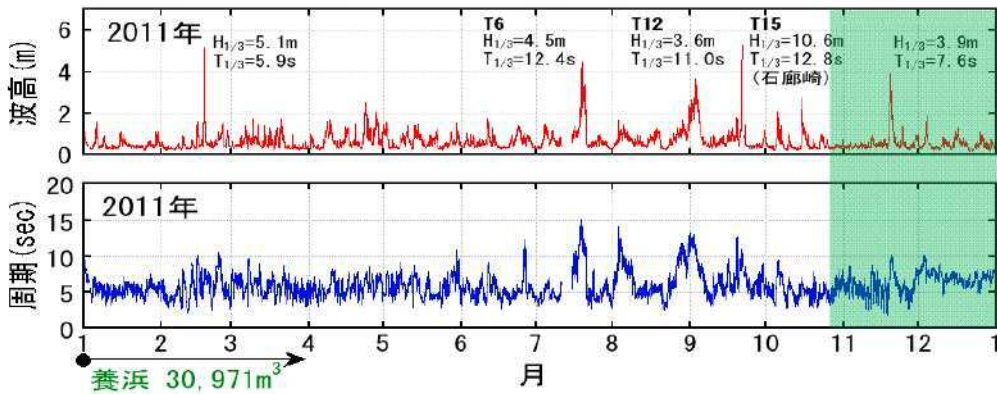
(4) 定点カメラ画像の解析

2011年の台風15号による高波浪作用後、前浜地盤高がわずかに下がったものの汀線位置はほとんど変化なし。



(4) 定点カメラ画像の解析

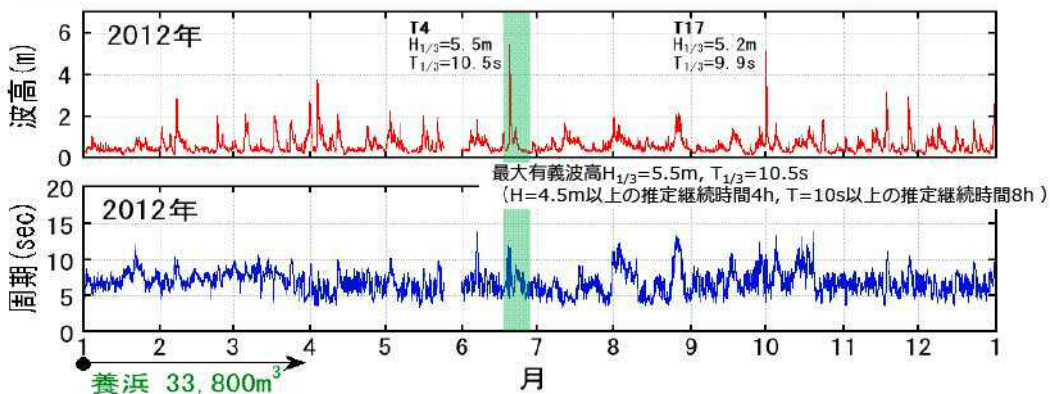
台風15号により2号突堤2段目ブロックが露出していたが、2012年1月29日ではやや埋まり地盤高が高くなった。



15

(4) 定点カメラ画像の解析

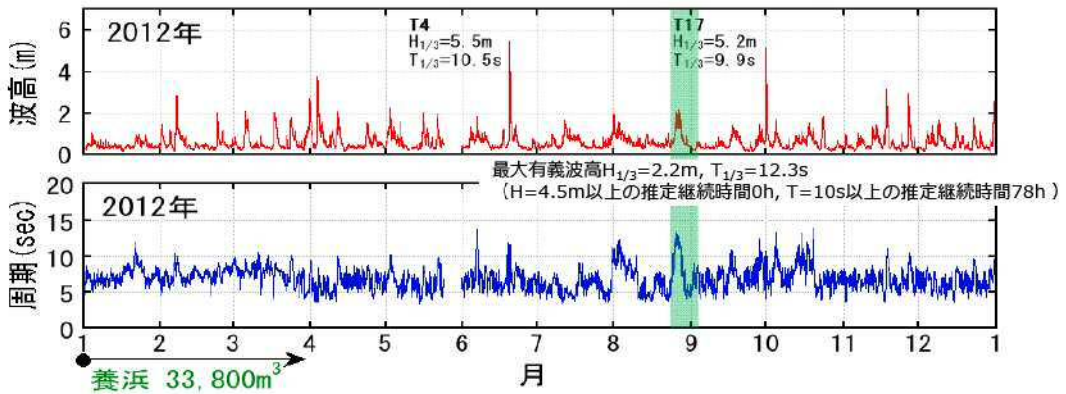
2012年の台風4号による高波浪作用後（高波浪が短時間作用），後浜の地盤がやや低下し2号突堤2段目ブロックが露出したが，養浜盛土からの土砂供給もあって汀線位置は比較的安定し，礫カスプ状が形成された。



16

(4) 定点カメラ画像の解析

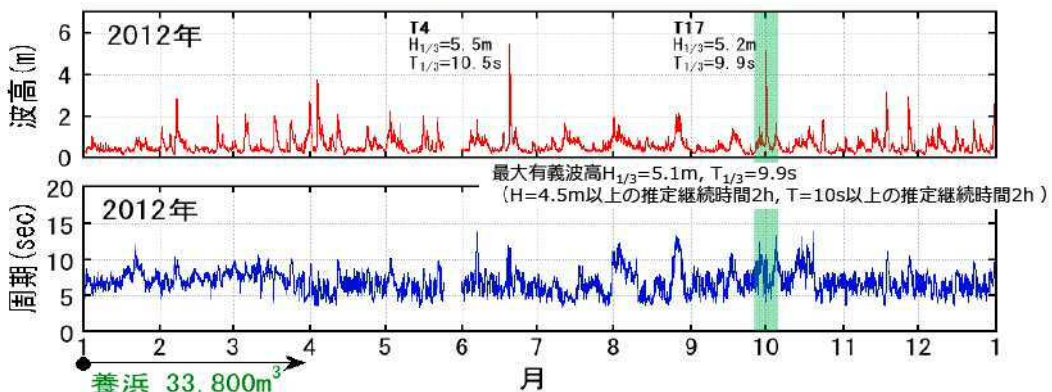
波高が低く、周期の長い波が長時間作用した結果、汀線付近の礫カスプが消え、わずかに汀線前進。



17

(4) 定点カメラ画像の解析

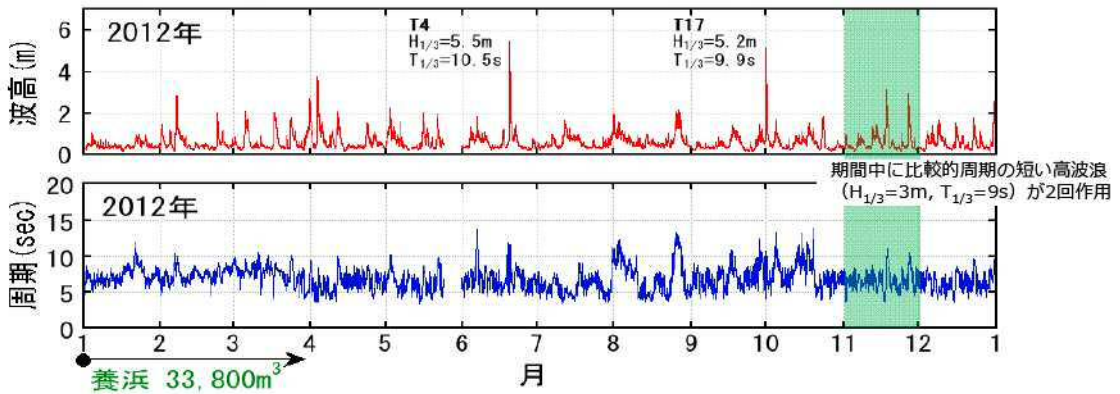
2012年の台風17号による高波浪作用後（高波浪が短時間作用）、汀線付近の礫カスプが消え、地盤高が下がった。ただし汀線位置はほとんど変化なし



18

(4) 定点カメラ画像の解析

比較的周期の短い高波浪が2回作用後、突堤東側に堆積していた礫が無くなり、汀線付近に礫カスプが形成されつつある。



19

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

観測開始5年7カ月16日後（養浜材計16.4万 m^3 投入後）。

観測開始時に比べて明らかに汀線が前進し、砂浜の地盤高が高くなった。



図-16 観測開始時 2007年5月12日
定点写真の平均化画像 M.S.L.



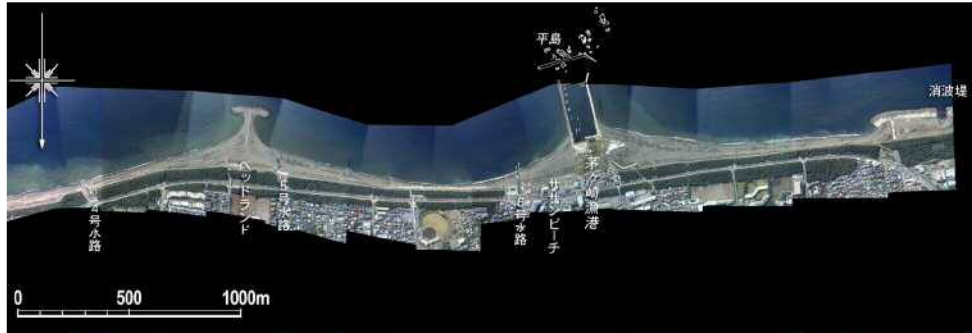
図-17 観測開始時 2012年12月28日
定点写真の平均化画像 M.S.L.

20

3 養浜後の地形変化

(5) 沖合も含めた地形変化 (深浅測量データの解析)

2005.10



2005.2

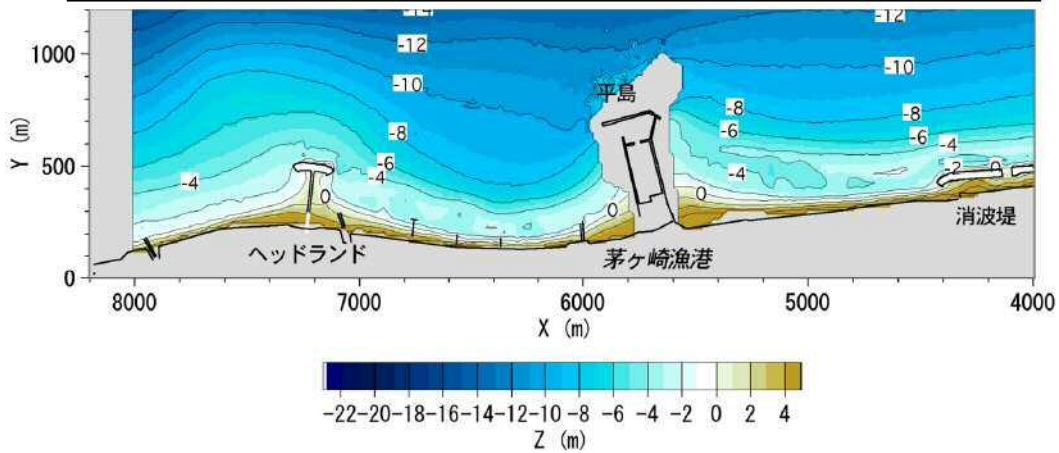


図-18 深浅測量 (NMB測量) 結果 : 2005年

3 養浜後の地形変化

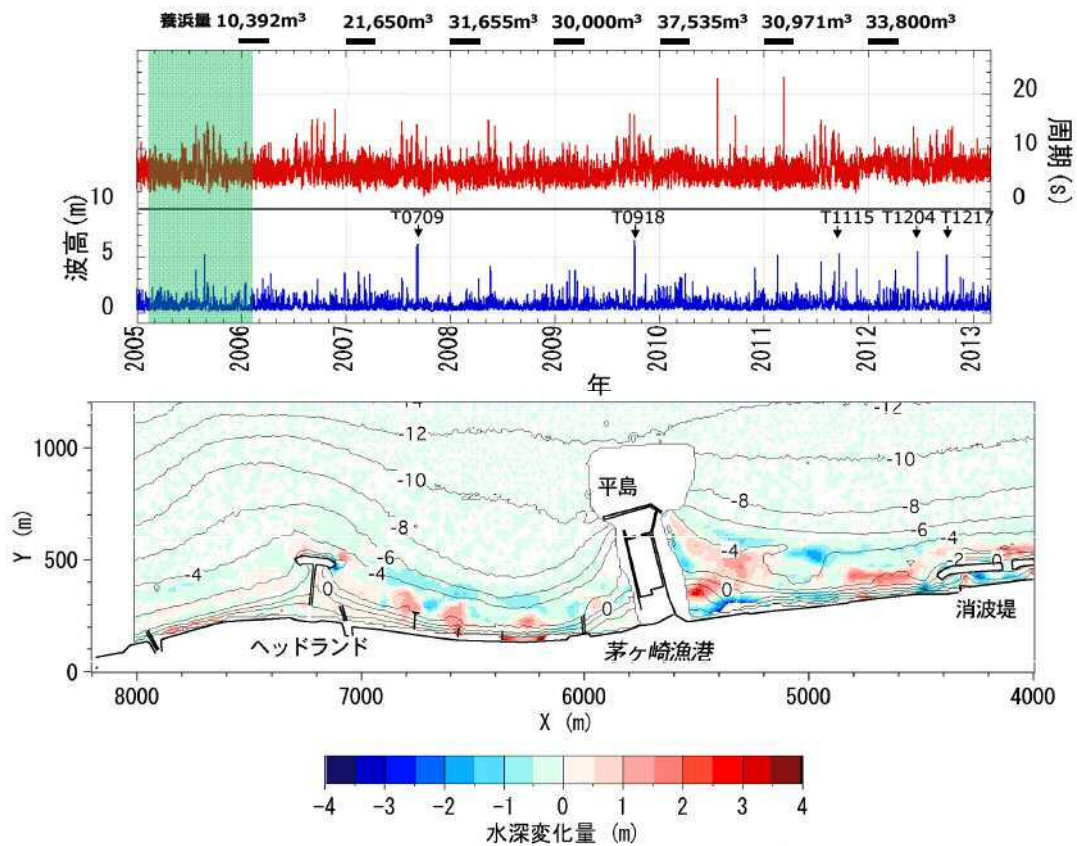


図-19 地形変化量 : 2005.2-2006.2

3 養浜後の地形変化

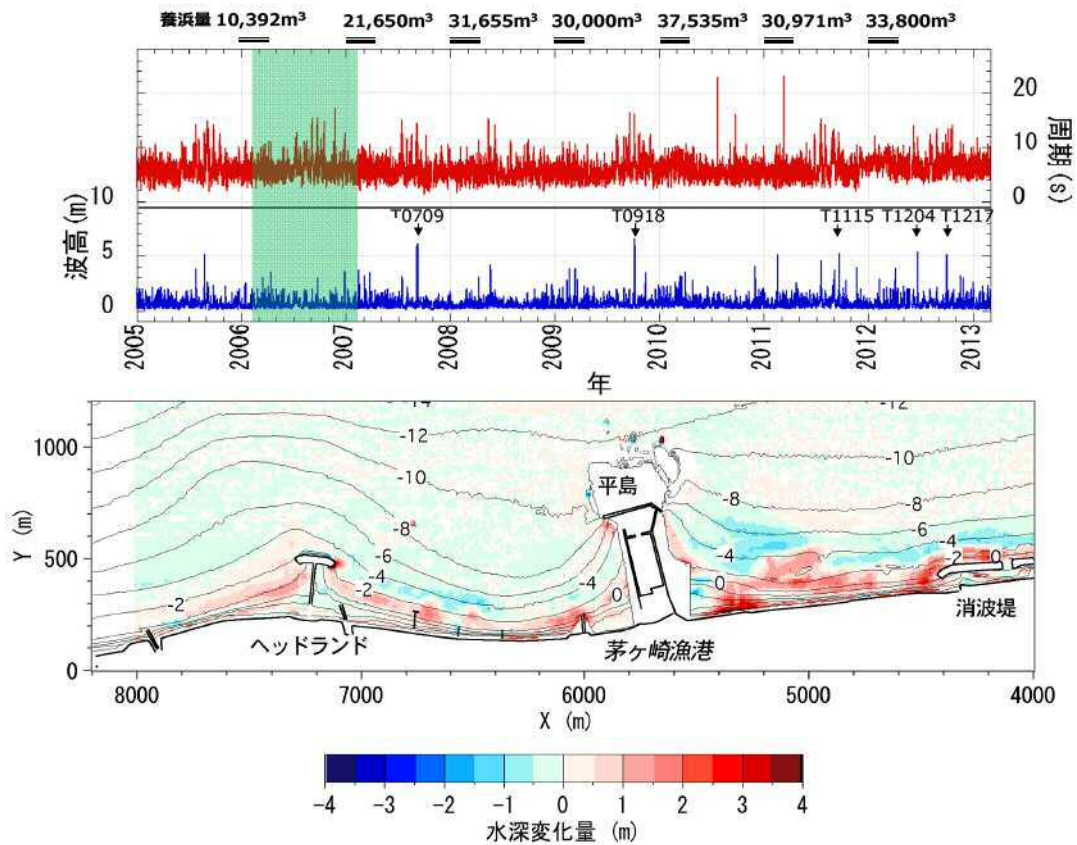


図-20 地形変化量：2006.2-2007.2

3 養浜後の地形変化

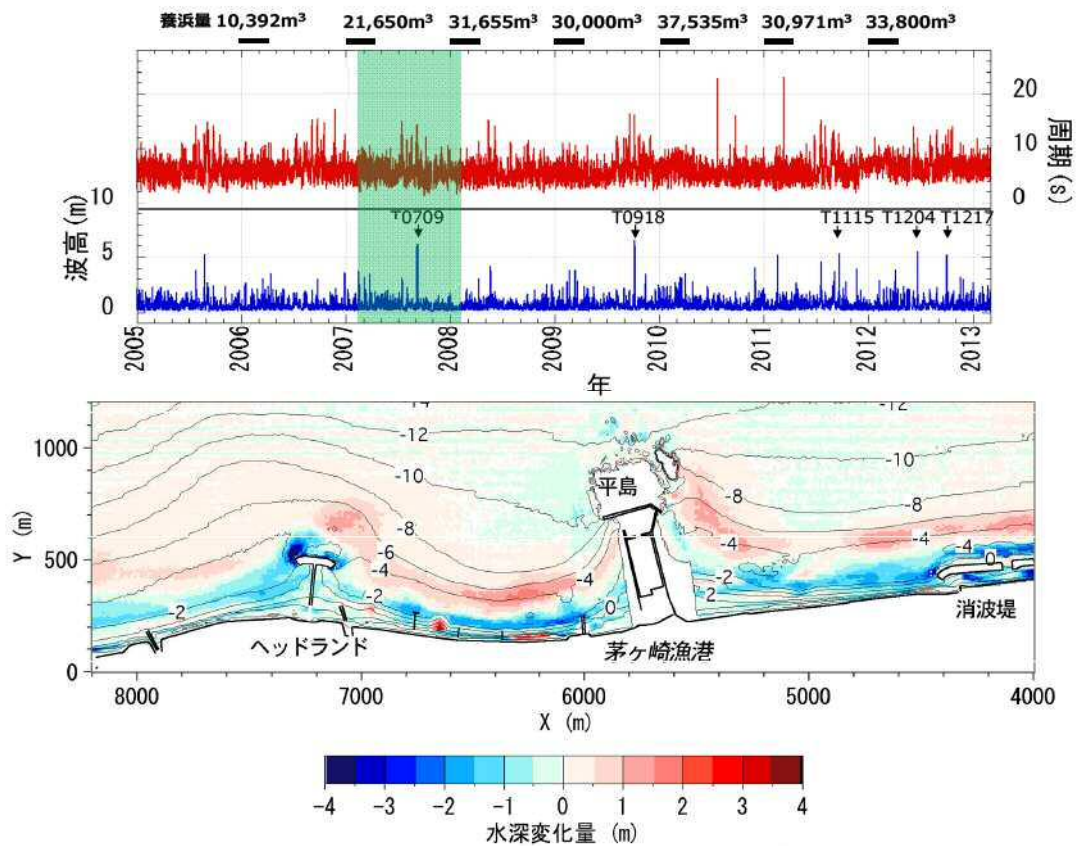


図-21 地形変化量：2007.2-2008.1

3 養浜後の地形変化

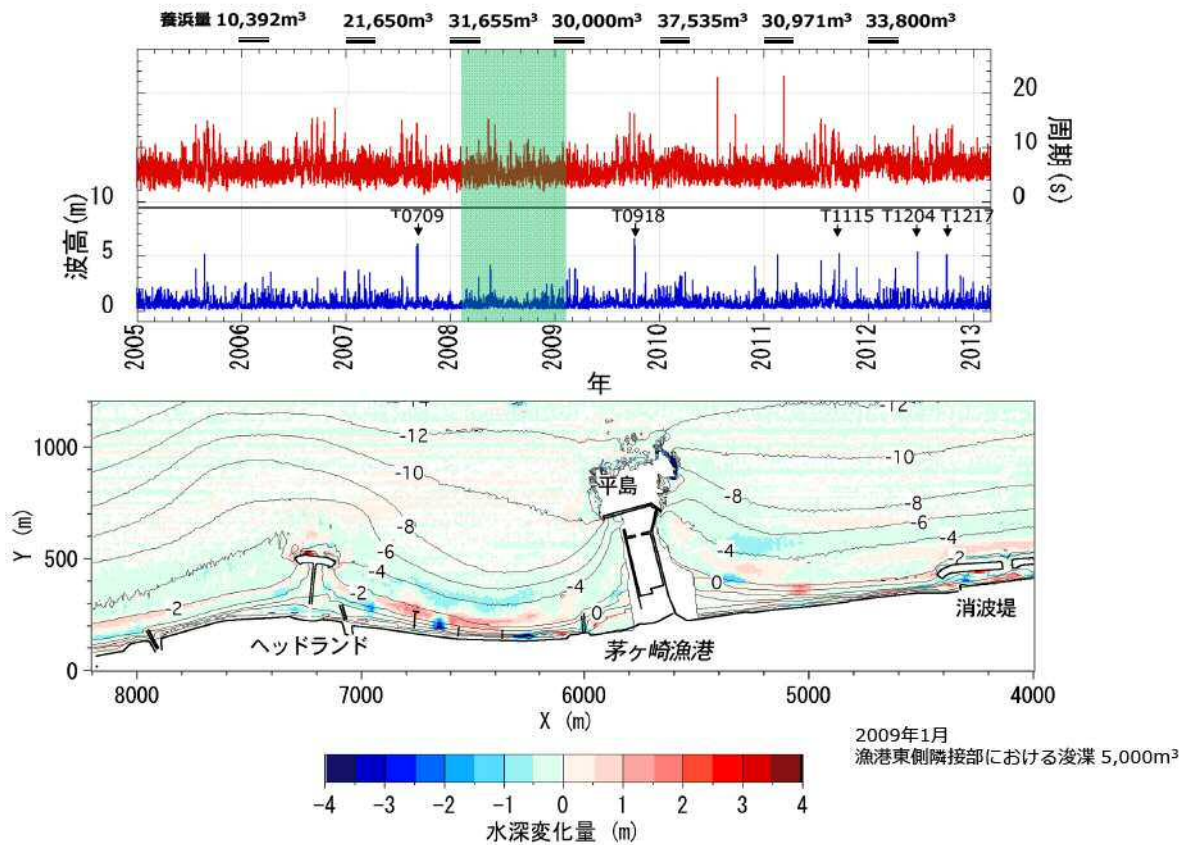


図-22 地形変化量：2008.1-2009.2

3 養浜後の地形変化

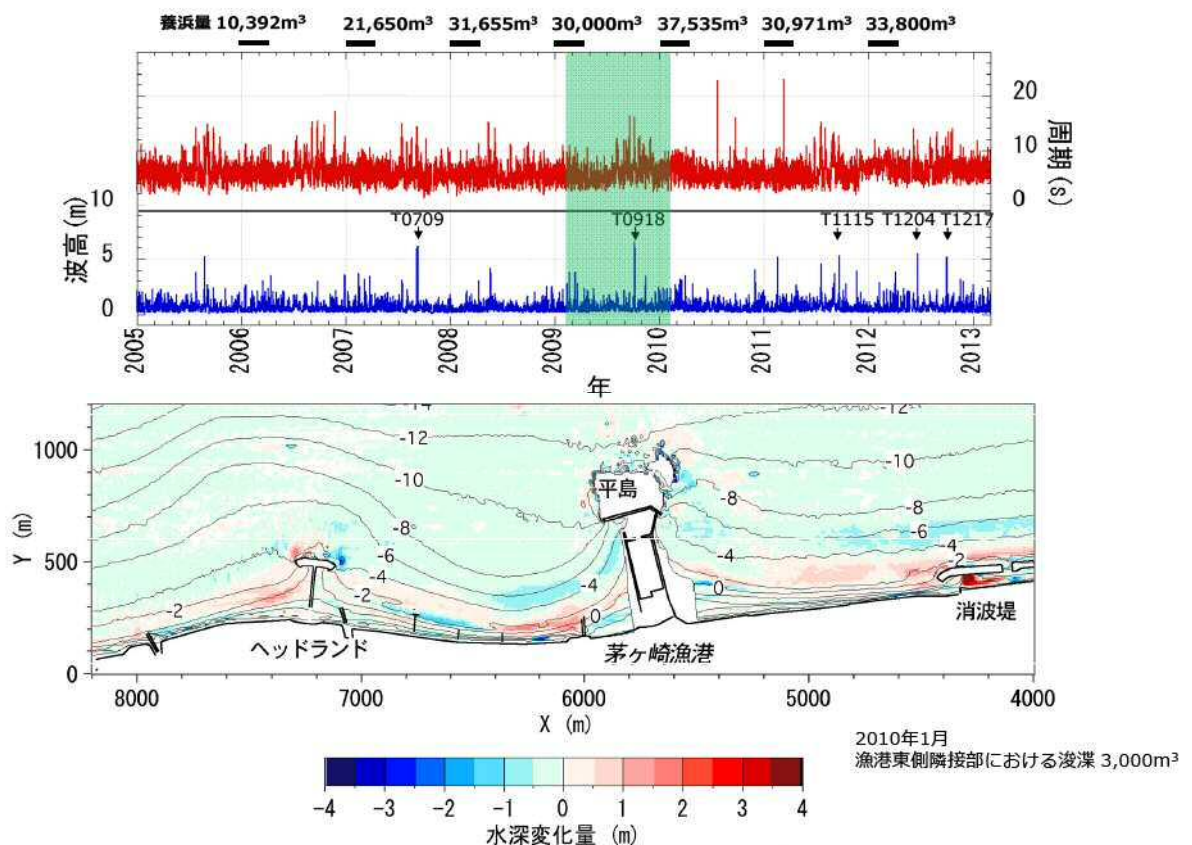


図-23 地形変化量：2009.2-2010.1

3 養浜後の地形変化

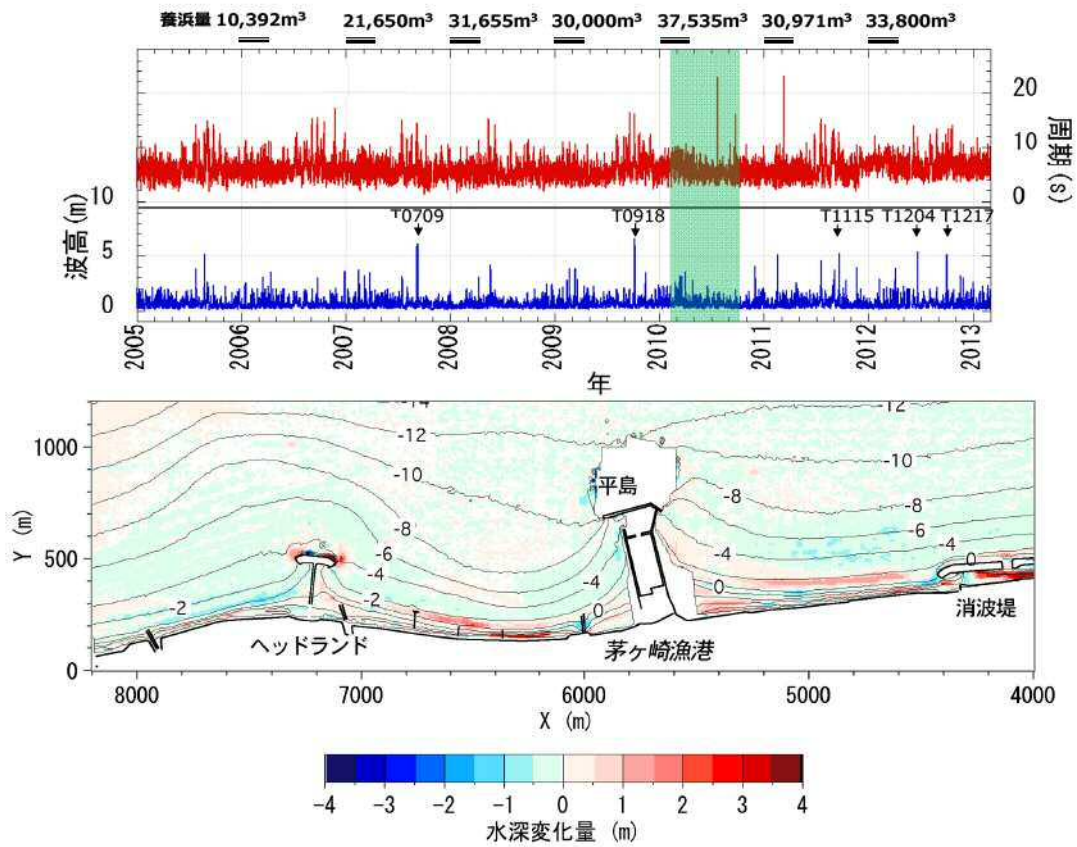


図-24 地形変化量：2010.1-2010.10

3 養浜後の地形変化

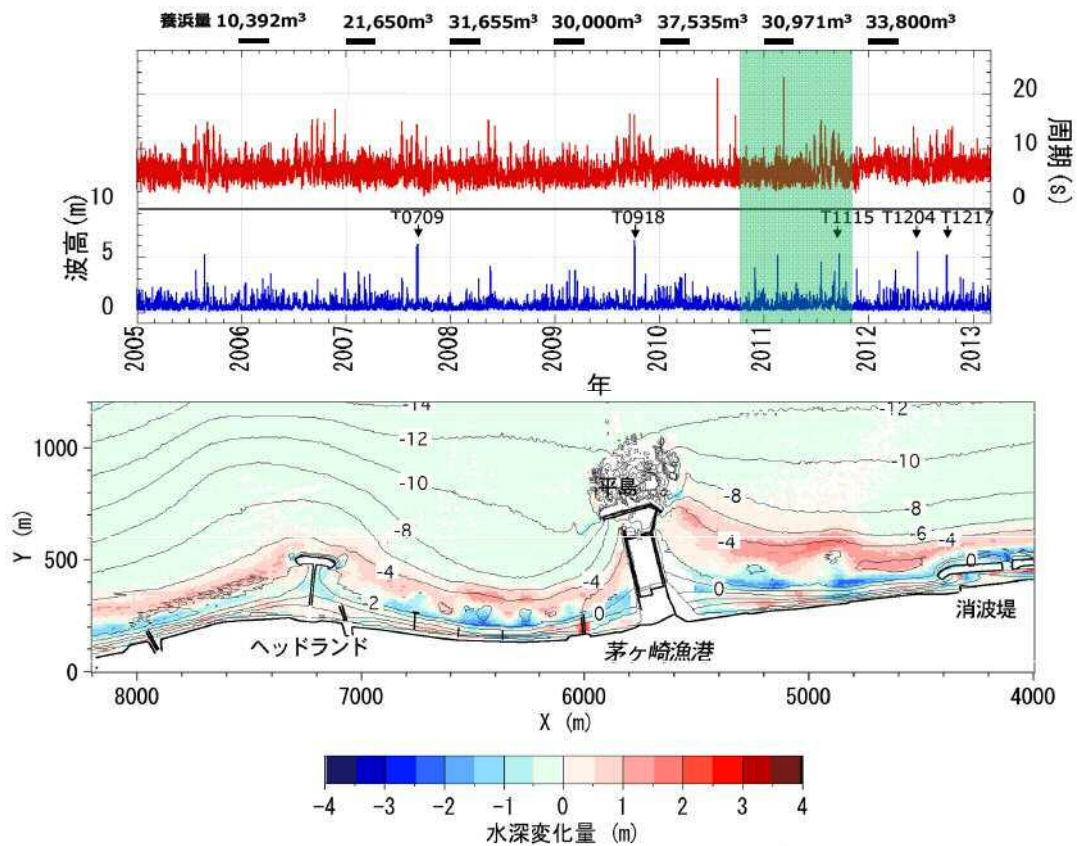


図-25 地形変化量：2010.10-2011.11

3 養浜後の地形変化

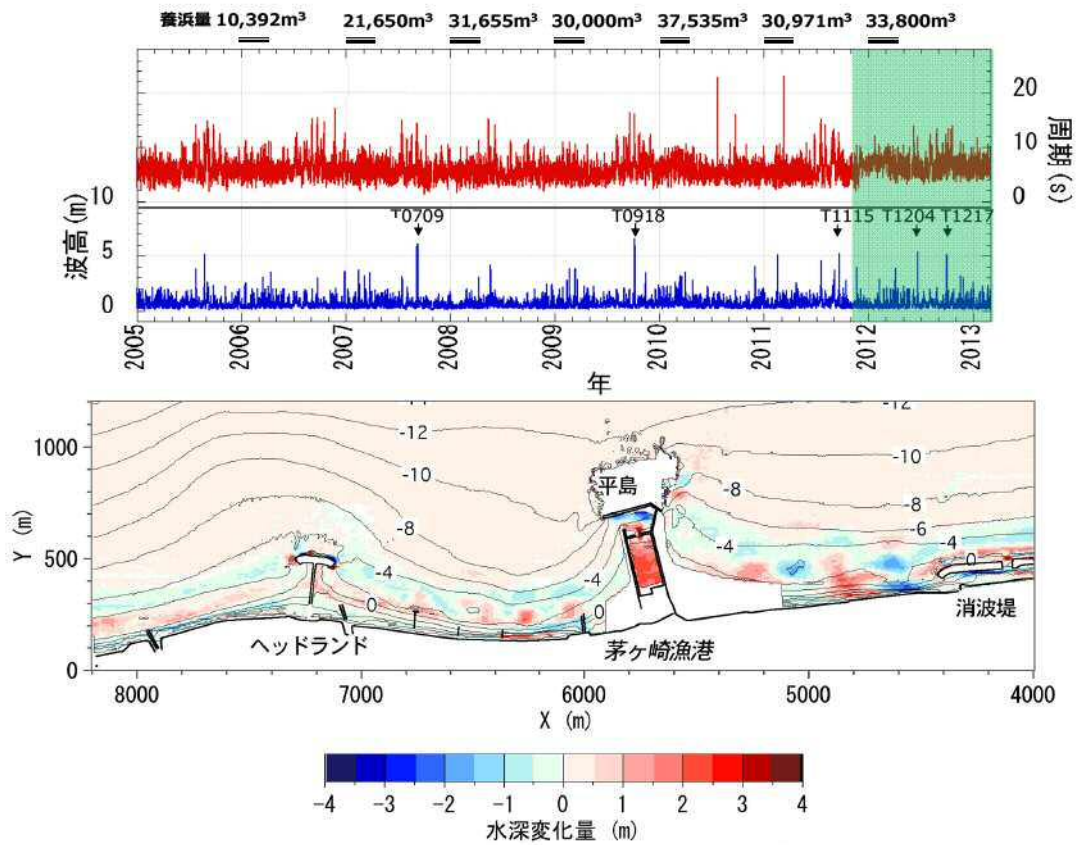


図-26 地形変化量：2011.11-2013.1

3 養浜後の地形変化

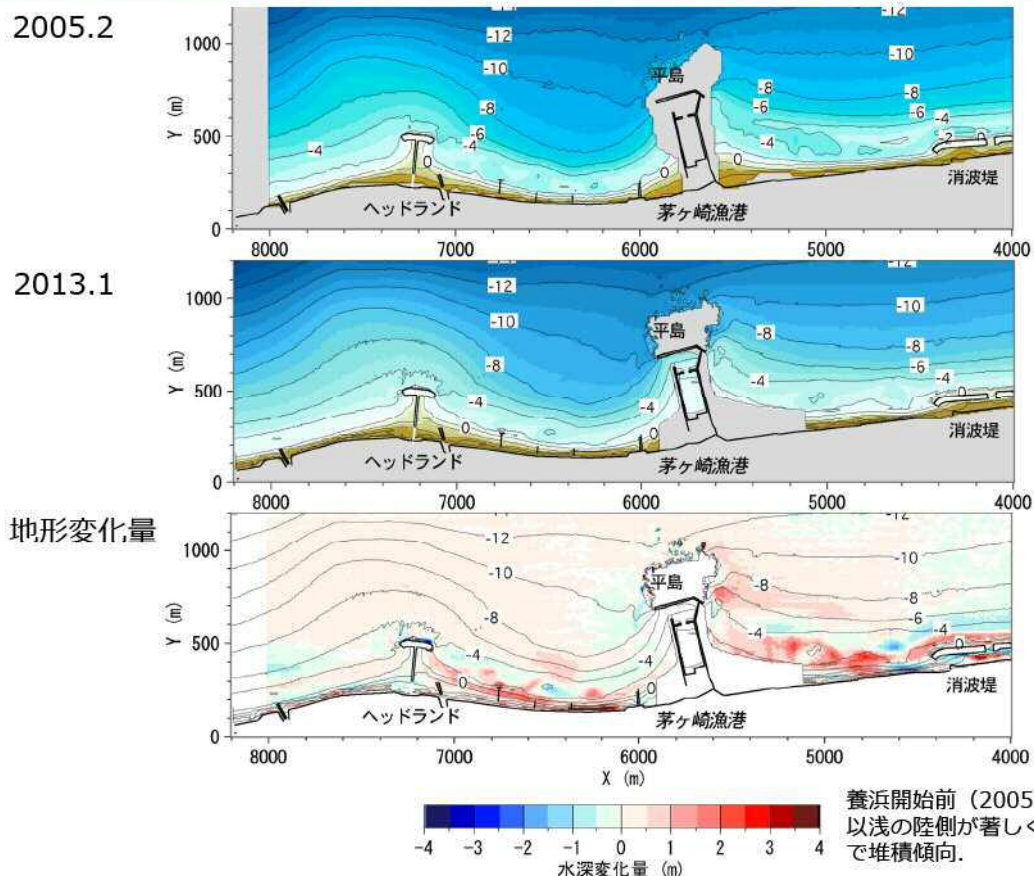
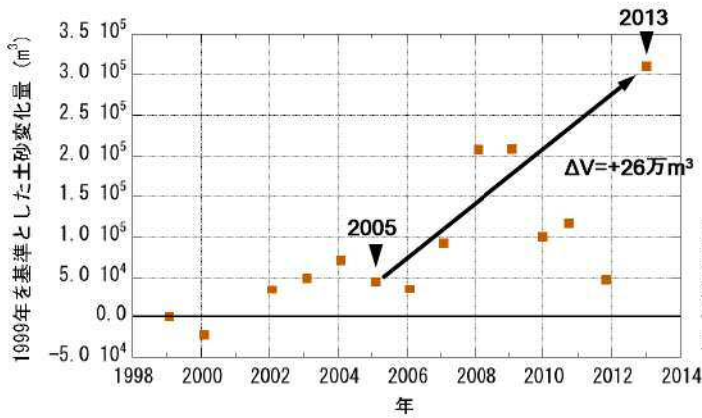


図-27 養浜開始前後の地形変化量：2005.2-2013.1

3 養浜後の地形変化



2005年以降、養浜により増加傾向。
2013年までの養浜実績19.6万m³より増加量が多いのは、2007年の台風9号によるヘッドランド東側からの西向き漂砂による土砂流入の影響による。

図-28 1999年を基準とした中海岸の土砂量変化

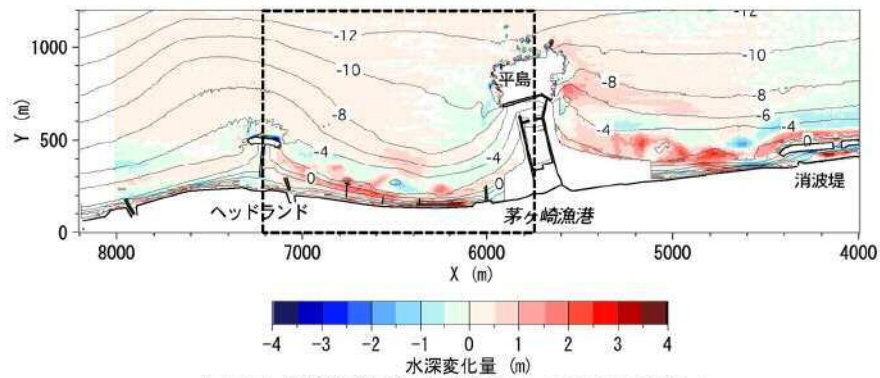


図-27 養浜開始前後の地形変化量：2005.2-2013.1

3 養浜後の地形変化

(6) 海浜縦断形の変化

2号-3号突堤間では、浜幅約40m (18mの汀線前進)。
2011年の台風15号襲来後の急深な地形が緩勾配の地形に戻りつつある。

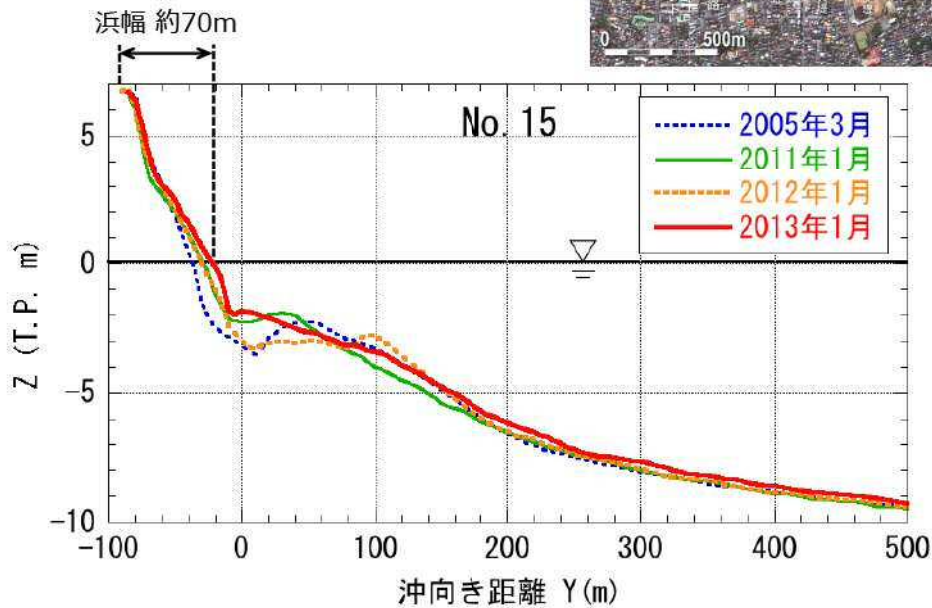
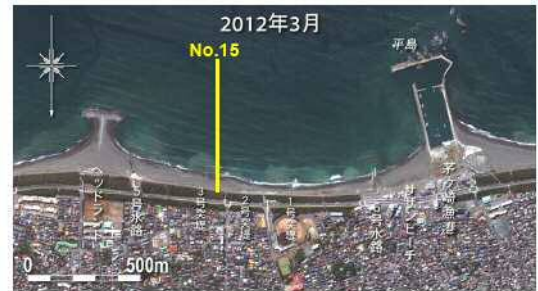


図-29 海浜縦断形の変化 (No.15)

3 養浜後の地形変化

(6) 海浜縦断形の変化

海岸中央部では、浜幅約40m（約15mの汀線前進）.
2011年の台風15号襲来後の急深な地形が緩勾配の地形に戻りつつある。

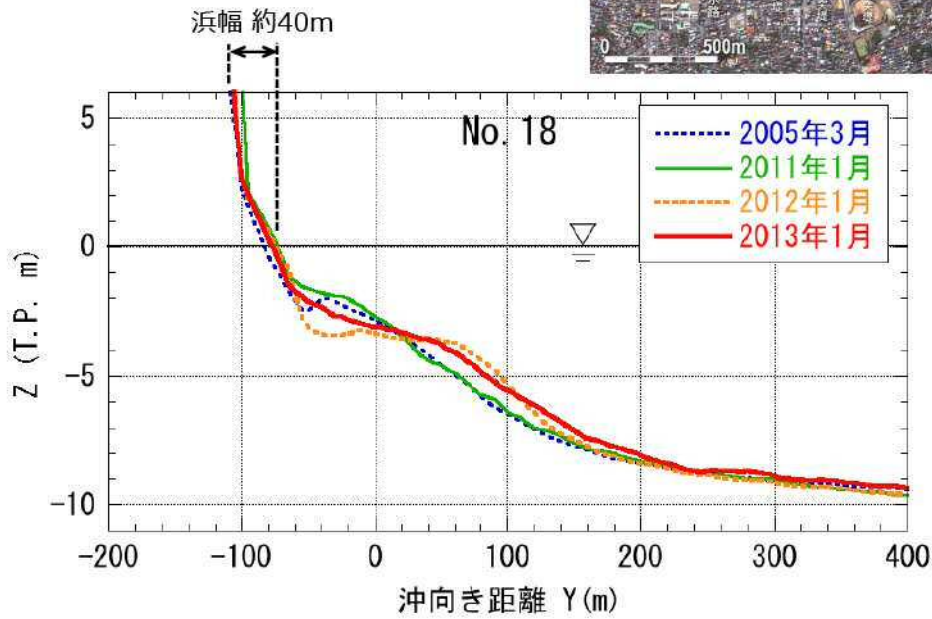
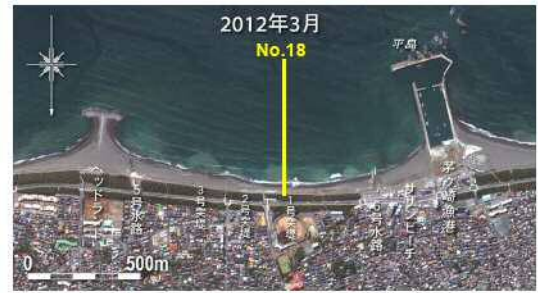


図-30 海浜縦断形の変化 (No.18)

3 養浜後の地形変化

(6) 海浜縦断形の変化

6号水路東側近傍では、浜幅約40m.
2011年の台風15号襲来後の急深な地形が緩勾配の地形に戻りつつある。

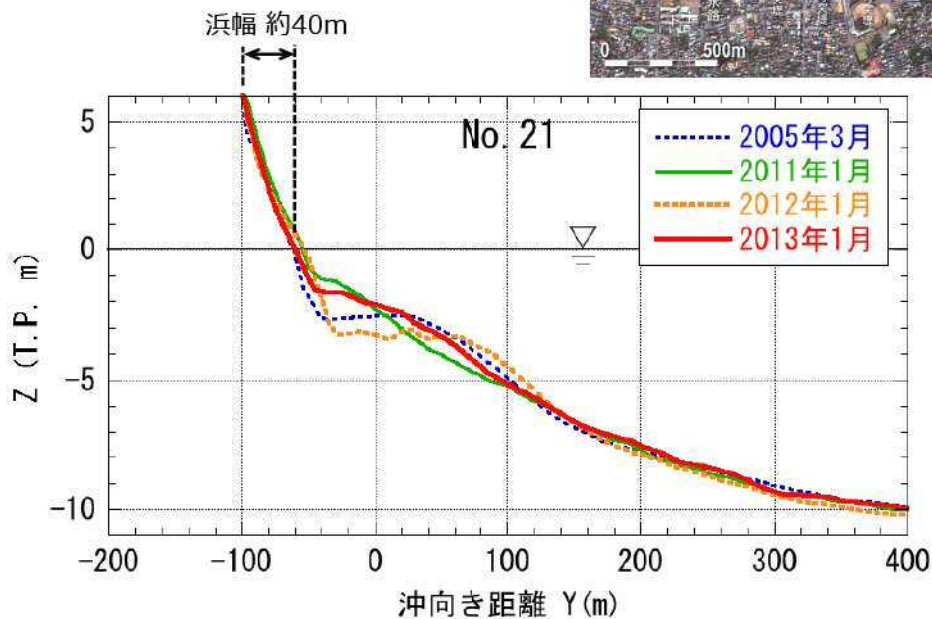
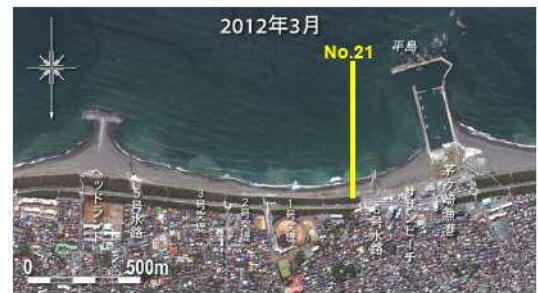


図-31 海浜縦断形の変化 (No.21)

4 海浜の質的变化

ヘッドランド西側では、前浜に細礫・中礫がみられるようになった。2012年12月では前浜は主に粗砂・中砂で構成されている。

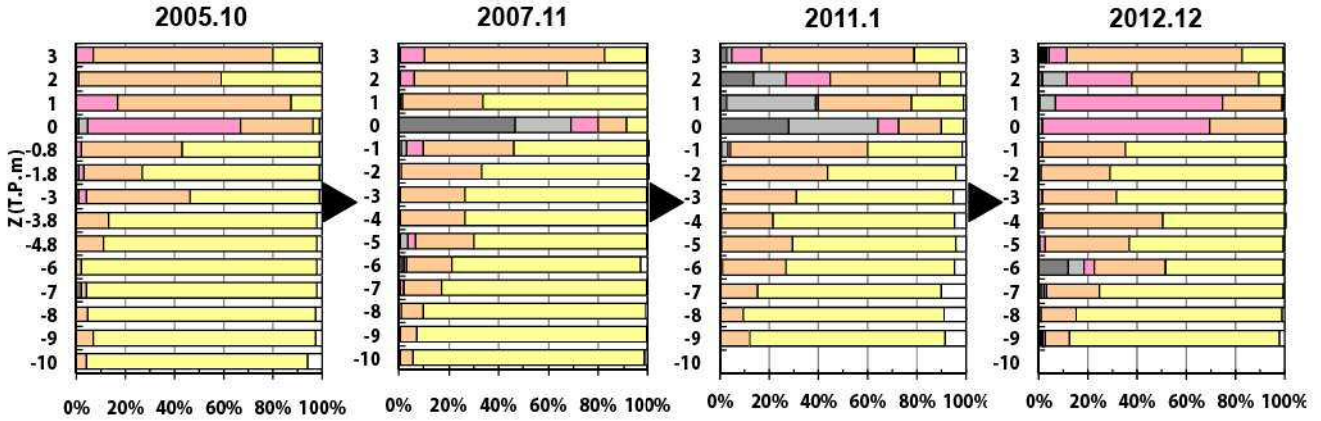
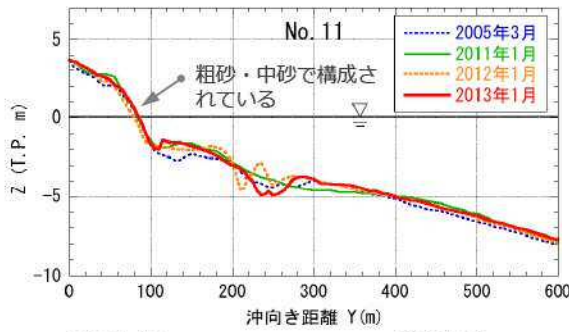
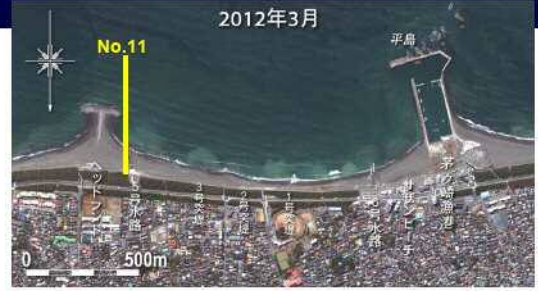


図-32 底質の水深方向分布の変化 (No.11)

4 海浜の質的变化

海岸中央部では、他の測線に比べて前浜に礫が多い。2012年12月では、前浜の礫は中砂に覆われていると考えられる。

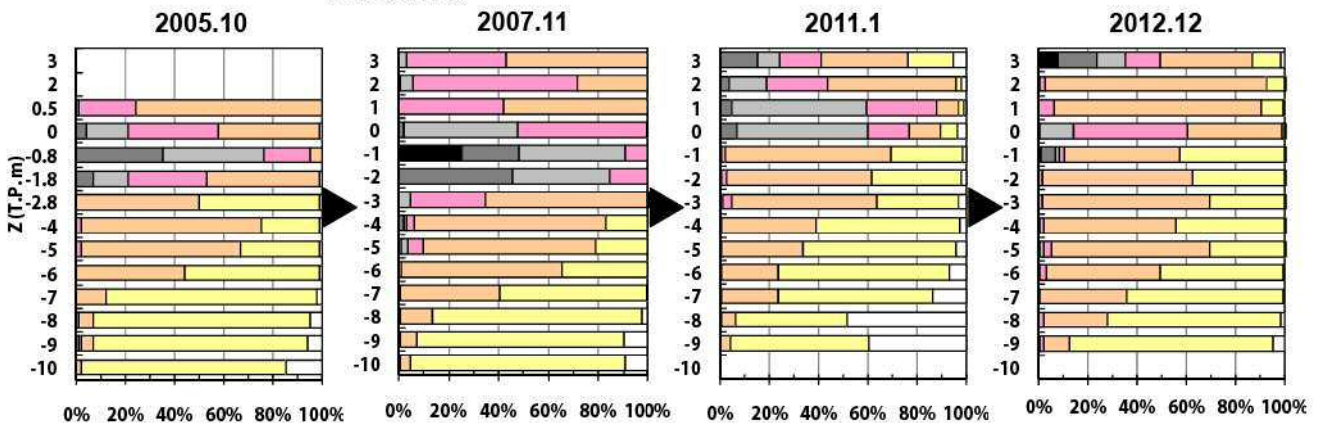
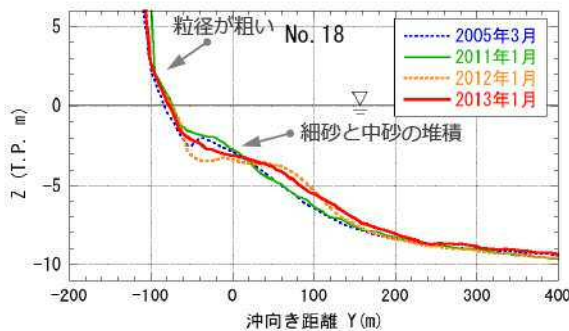


図-33 底質の水深方向分布の変化 (No.18)

4 海浜の質的变化

ヘッドランド西側では、過去に前浜に細礫・中礫がみられたが、2012年12月では、主に細砂・中砂で構成され、礫はほとんど無い。

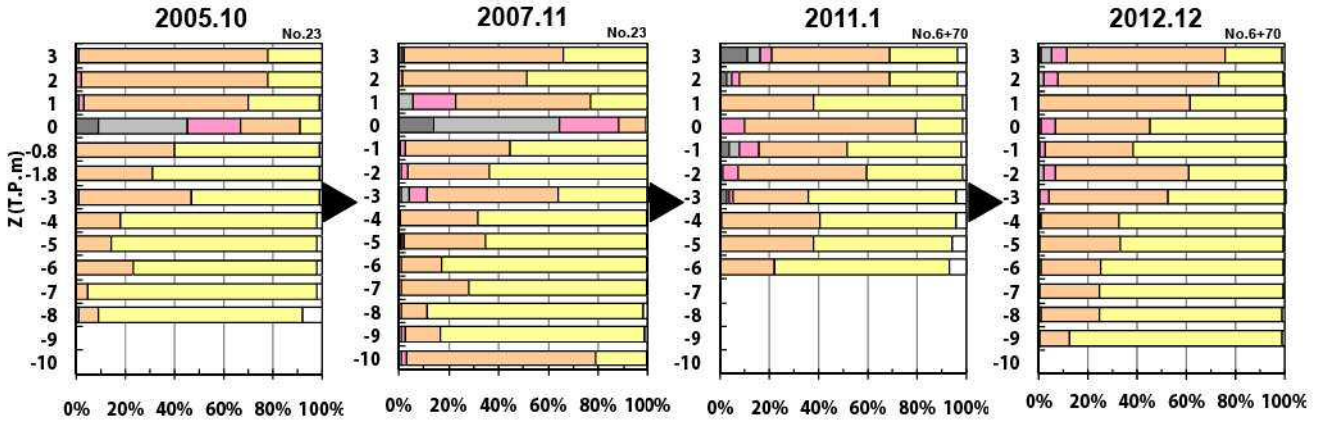
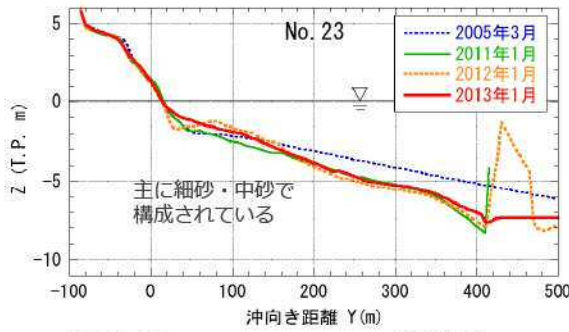
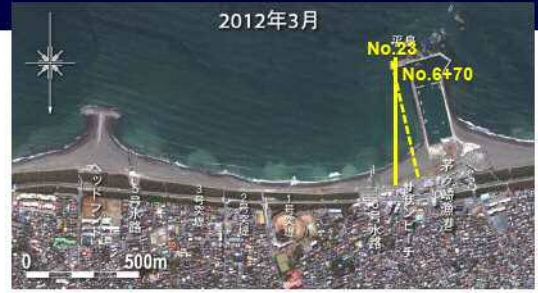


図-34 底質の水深方向分布の変化 (No.23, iNo.6+70)

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年~2012年の地形変化の再現)

養浜により砂浜が回復しつつある2012年の海浜地形を再現。

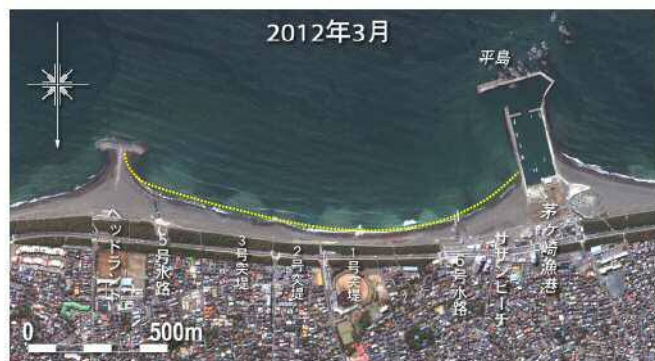
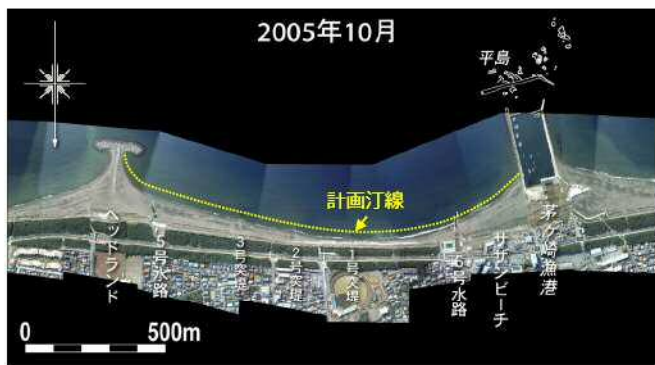


図-35 2005年と2012年の空中写真の比較

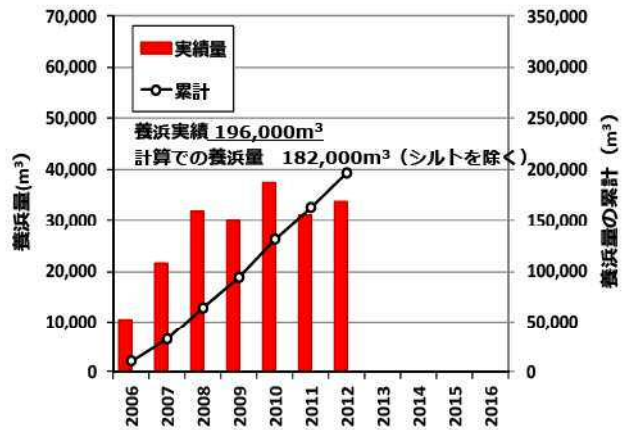
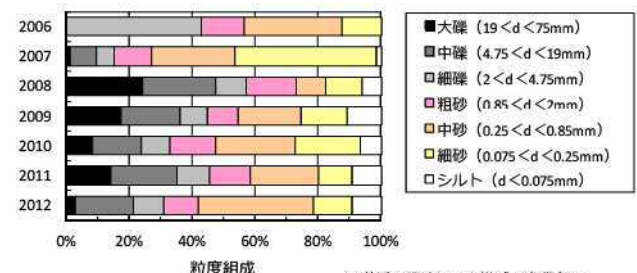


図-36 養浜量



※養浜砂調達先: 相模ガム浚渫土砂, 茅ヶ崎漁港西側堆積砂, 周辺海岸(ほか)

図-37 養浜材の質

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年~2012年の地形変化の再現)

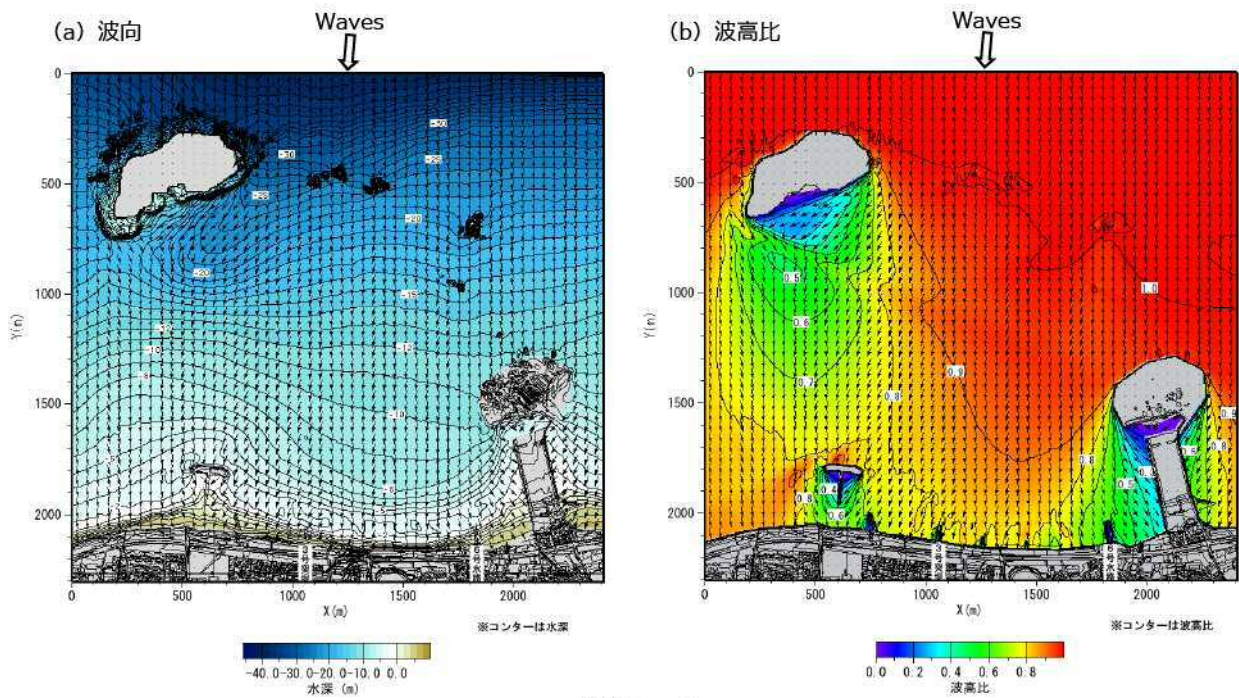


図-38 波浪場の計算結果

波高 $H=0.8m$, 周期 $T=6.3s$ (再現期間中のエネルギー平均波)
波向 $S3^{\circ}W$ (地形変化の再現性により決定)

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年~2012年の地形変化の再現)

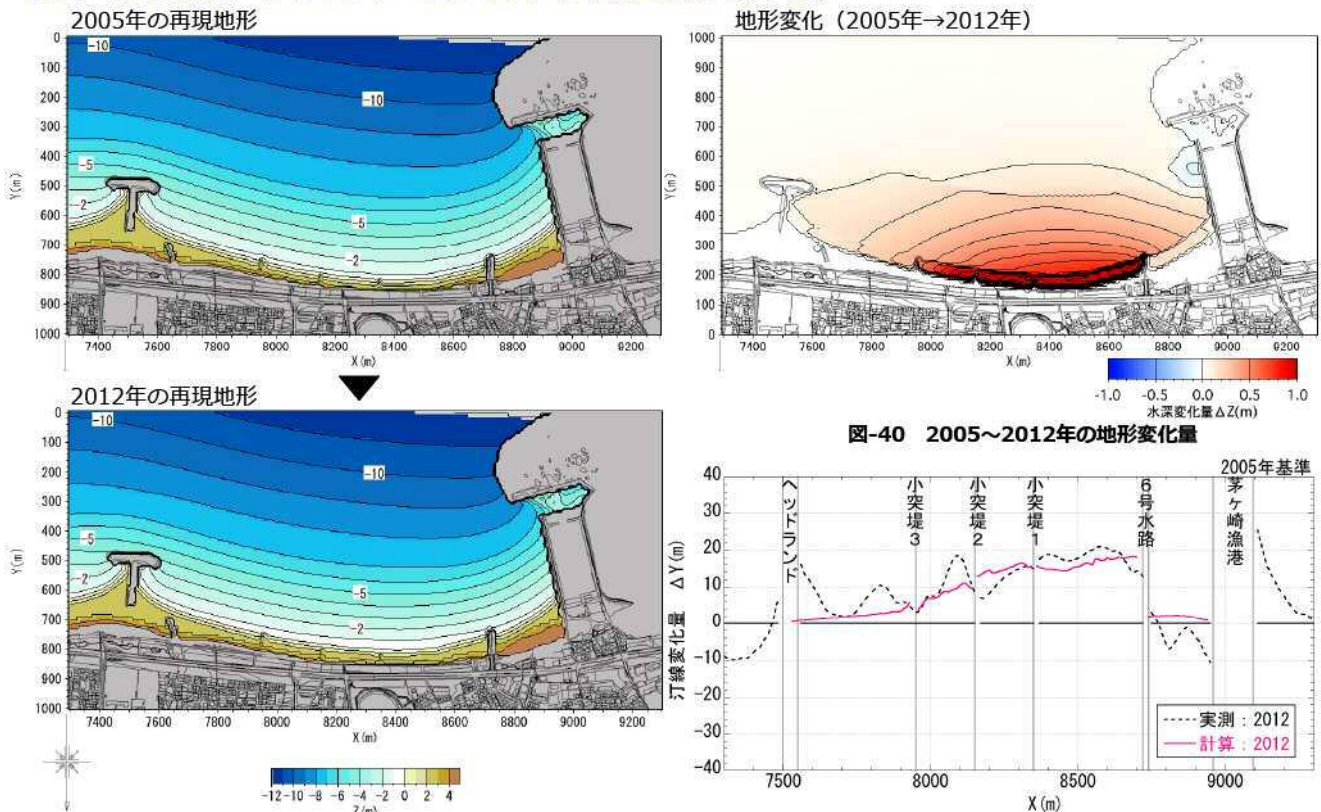


図-39 2005年, 2012年の再現地形

図-41 2005~2012年の訂線変化量

5 養浜による地形変化の将来予測

(3) 将来予測計算 (2012年→2016年)

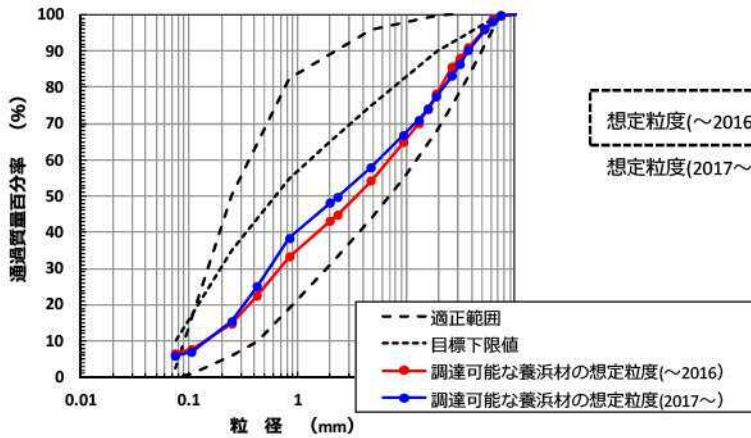
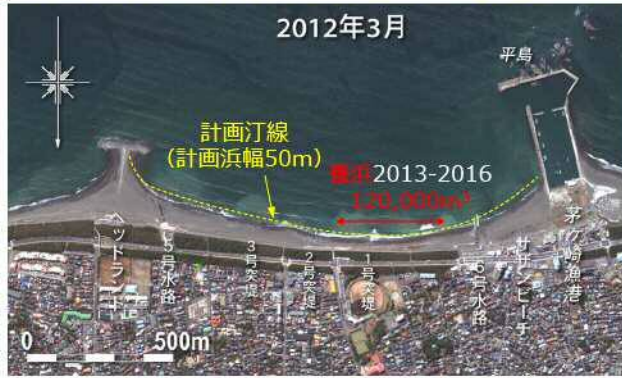


図-43 養浜材の適性

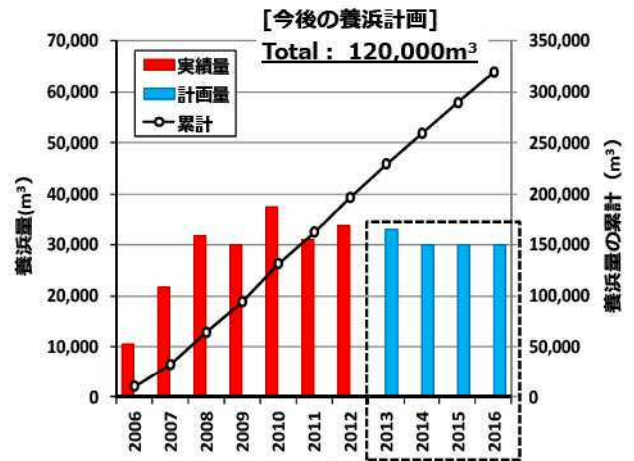


図-42 養浜量

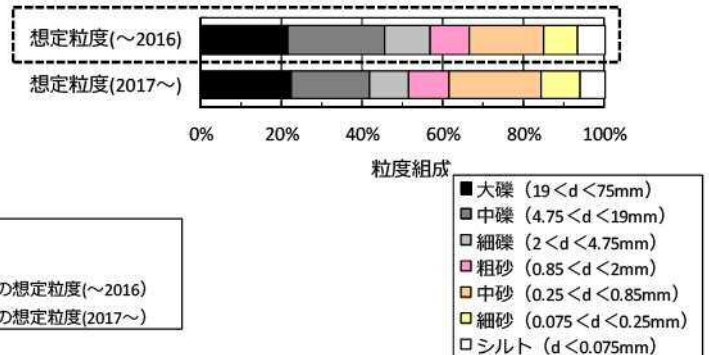


図-44 養浜材の質

5 養浜による地形変化の将来予測

(3) 将来予測計算 (2012年→2016年)

礫を含む粗粒材養浜 $3\text{m}^3/\text{yr}$ を継続することで、2016年までに計画浜幅を達成することができる。

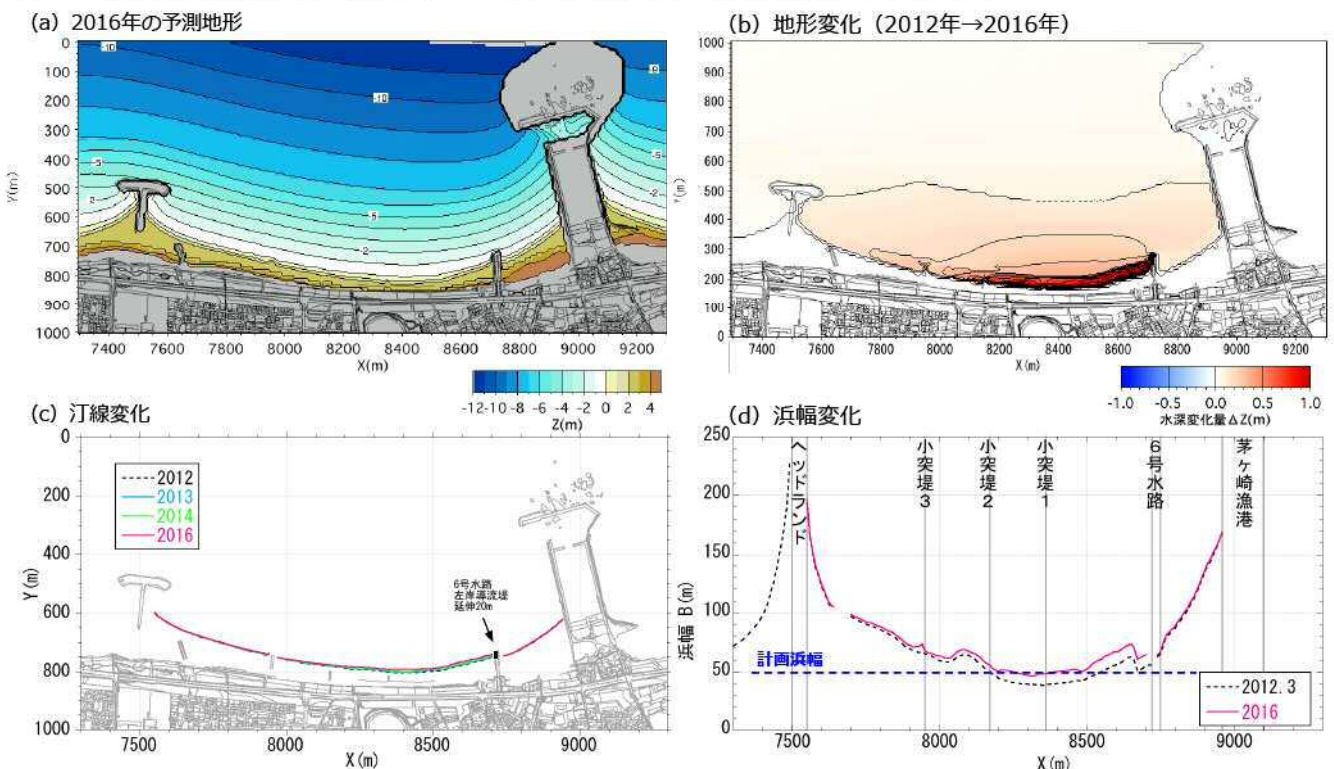
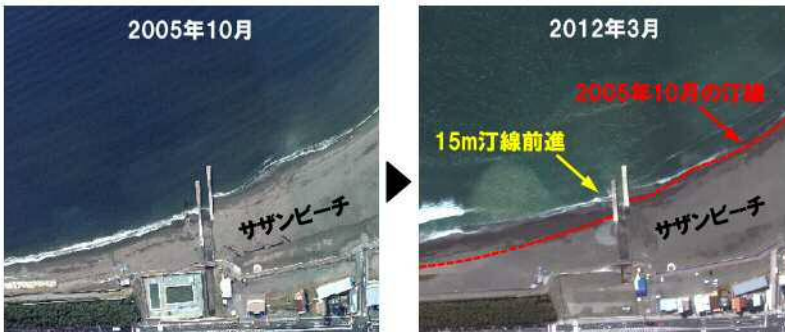


図-45 将来予測計算：養浜継続 $3\text{m}^3/\text{yr}$ (6号水路延伸20m)

5 養浜による地形変化の将来予測

(3) 将来予測計算 (2012年→2016年)

6号水路を延伸し、水路の付け根部分の天端高を高くすることで、海岸中央部に養浜砂礫を留め、より効果的に海岸保全を図るとともに、水路内の砂礫堆積を軽減する。



時間経過とともに養浜砂礫は放水路先端を回り込んでサザンビーチへ流出しやすくなる。

図-46 養浜に伴う6号水路東側の汀線前進 (導流堤の閉塞状況)



図-47 6号水路東側での大量の礫の堆積状況 (一部天端を越えて水路内へ堆積)

図-48 冬季に西風によるサザンビーチ側からの飛砂の堆積状況

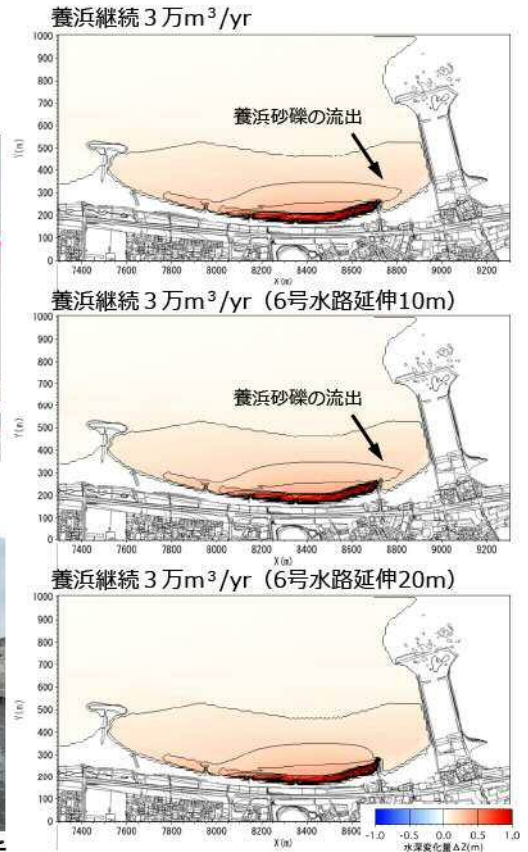


図-49 将来予測計算：地形変化 (2012→2016) 43

6 養浜事業の評価(まとめ)

- (1) 2006年1月以降、計19.6万 m^3 の養浜を実施した結果、中海岸の汀線は最大20m程度前進し、中海岸全域で砂浜が回復しつつある。
- (2) 砂浜が最も狭い海岸中央部では、砂浜の地盤高が高くなるとともに、浜幅は約40mまで回復し、計画汀線を達成しつつある。
- (3) 中海岸の海浜変化土砂量は、2005年以降、養浜量に見合った分の増加傾向にある。
- (4) 2011年の台風15号襲来後の急深な地形が緩勾配の地形に戻りつつある。
- (5) 礫は前浜付近に留まり海岸保全に効果的である。また高波浪が来襲した場合でも、礫を含む粗粒材によって前浜は安定している。
- (6) 以上より、これまでの養浜事業は、砂浜の復元、海岸の保全という目的を着実に果たしつつある。
- (7) 礫を含む粗粒材養浜を継続することで、2016年までに計画浜幅を達成することができる。