

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12月6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	9
4. 海浜の質的变化	50
5. 養浜による地形変化の将来予測	53
6. 養浜事業の評価	59

1 養浜実績と計画

(1) 養浜実績

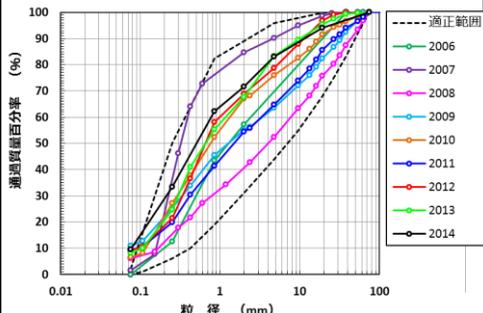
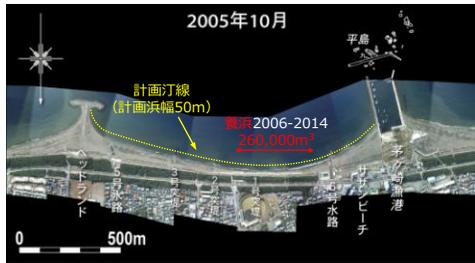


図-2 養浜材の適性

[2014年3月までの養浜実績]
Total: 26万m³



図-1 養浜量

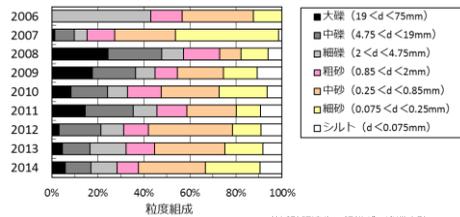


図-3 養浜材の質

1

1 養浜実績と計画

(2) 養浜計画

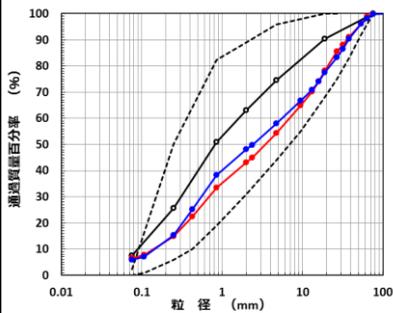
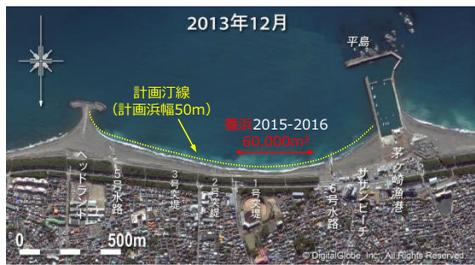


図-5 養浜材の適性

[今後の計画]
Total: 6万m³

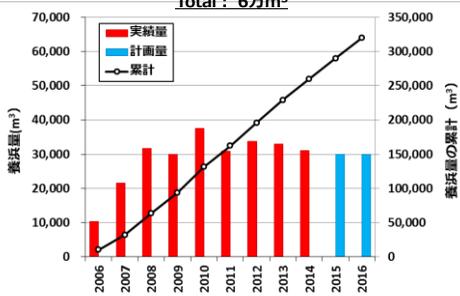


図-4 養浜量

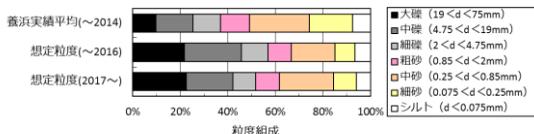


図-6 養浜材の質

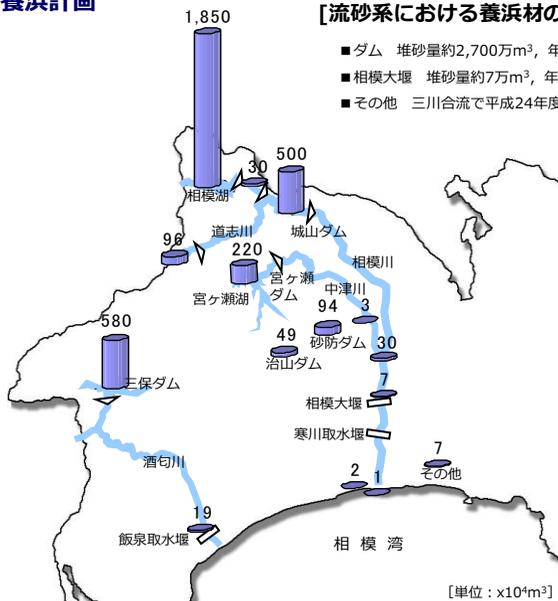
2

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 (調査・推定)	年平均 流入土砂量 (万m ³ /年)	
相模	1,850	41	
沼本	30	0.5	
城山	500	12	
宮ヶ瀬	220	31	
運志	96	2.5	
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	2,880	90	
酒匂川 流域			
ダム	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

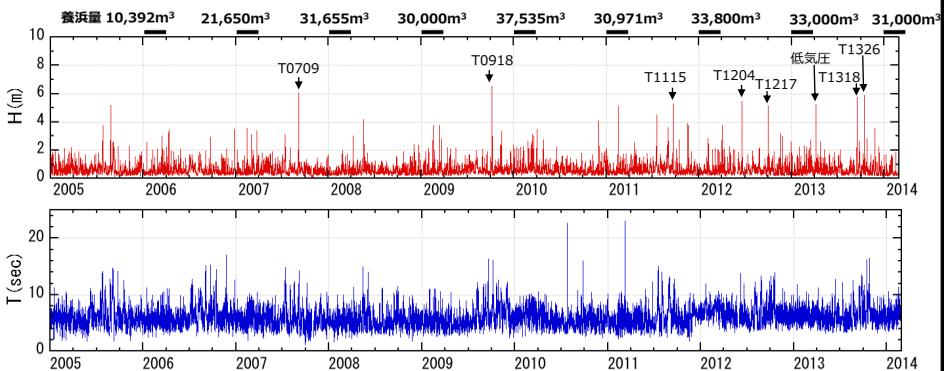


図-8 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果 (2005年1月1日~2014年1月31日)

30年確率波 (計画波浪)
H_{1/3}=8.70m, T₀=12.6s

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~2013年12月31日)

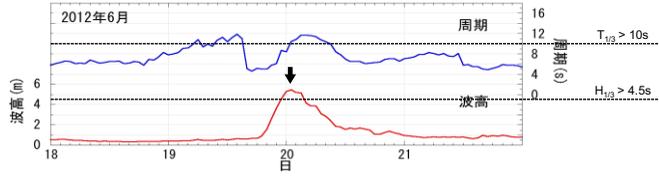
年	エネルギー平均波		年数回波 (1% 確率) (m)	年最大有義波 H _{1/3} (m), T _{1/3} (s)	備考 (): 欠測データを含む
	波高 (m)	周期 (s)			
2005	0.85	6.11	2.03	5.2, 10.1	T0511: H _{1/3} >4.5m → 2h, T _{1/3} >10s → 41h
2006	0.76	6.26	1.89	3.5, 11.5	12/27低気圧
2007	0.86	5.78	2.42	6.1, 10.1	T0709 : H _{1/3} >4.5m → 17h, T _{1/3} >10s → 57h
2008	0.63	5.42	1.57	4.2, 8.8	5/20低気圧
2009	0.82	5.94	2.08	6.5, 10.4	T0918 : H _{1/3} >4.5m → 5h, T _{1/3} >10s → 13h
2010	0.80	5.76	2.14	4.1, 6.1	12/3低気圧
2011	(0.89)	(5.87)	(2.52)	石廊崎 (10.6, 12.7)	T1115 : 推定7~8m, H _{1/3} >4.5m → 2h, T _{1/3} >10s → 40h
2012	0.79	6.82	2.08	5.5, 10.5	T1204: H _{1/3} >4.5m → 4h, T _{1/3} >10s → 8h
2013	0.86	6.42	2.22	5.9, 15.3	T1326 : H _{1/3} >4.5m → 2h, T _{1/3} >10s → 66h

4

2 養浜後の来襲波浪

2012年台風4号

$H_{1/3}=5.5\text{m}$, $T_{1/3}=10.5\text{s}$
波向184(178°)
()内は前後3時間の平均値



2012年台風17号

$H_{1/3}=5.1\text{m}$, $T_{1/3}=9.9\text{s}$
波向184(178°)
()内は前後3時間の平均値

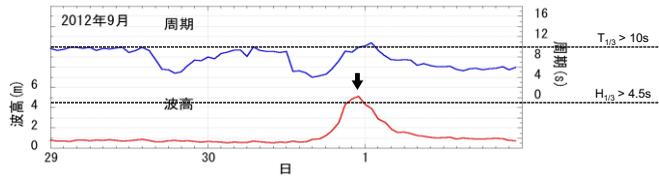


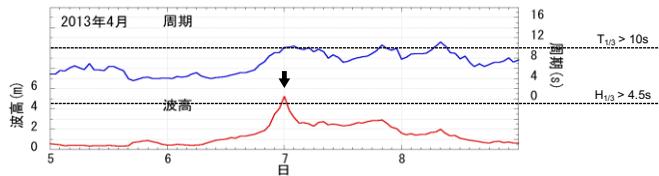
図-9 台風襲来時の波浪観測結果

5

2 養浜後の来襲波浪

2013年台風4号

$H_{1/3}=5.2\text{m}$, $T_{1/3}=10.1\text{s}$
波向160(163°)
()内は前後3時間の平均値



2013年台風18号

$H_{1/3}=5.7\text{m}$, $T_{1/3}=10\text{s}$
波向165(167°)
()内は前後3時間の平均値

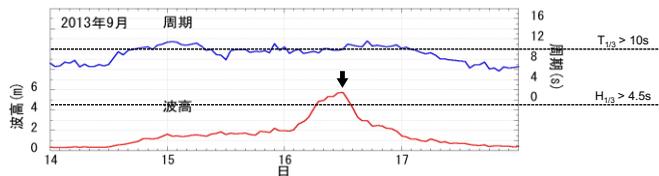


図-9 台風襲来時の波浪観測結果

6

2 養浜後の来襲波浪

2013年台風26号

$H_{1/10}=5.9\text{m}$ $T_{1/10}=15.3\text{s}$
波向175(176°)

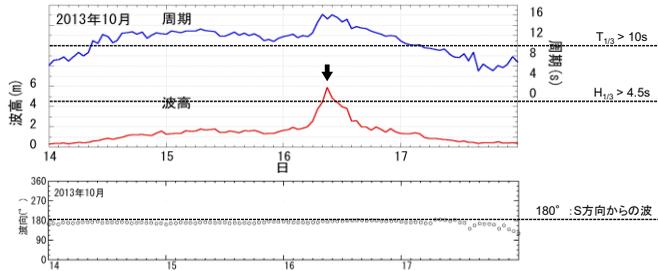


図-9 台風襲来時の波浪観測結果

7

2 養浜後の来襲波浪

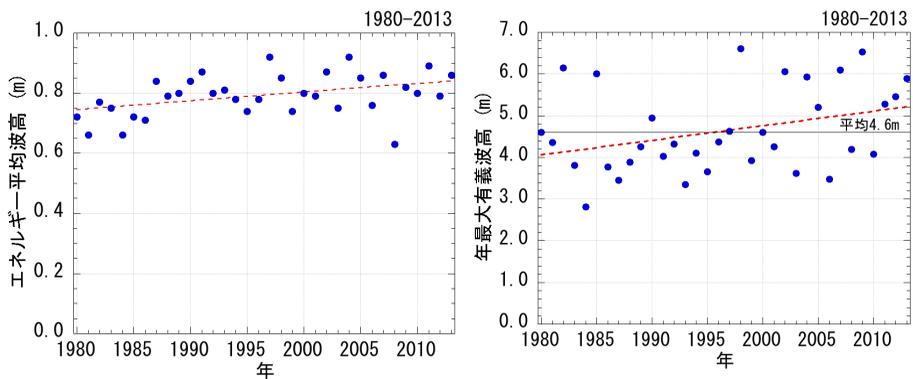


図-10 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果の長期的な変化 (1980年~2013年)

8

3 養浜後の地形変化

(1) 海岸の変化



図-11 空中写真による海岸の経年変化（2005年10月～2013年12月）

9

3 養浜後の地形変化

(1) 海岸の変化

経年的に汀線が前進し、砂浜が回復している。

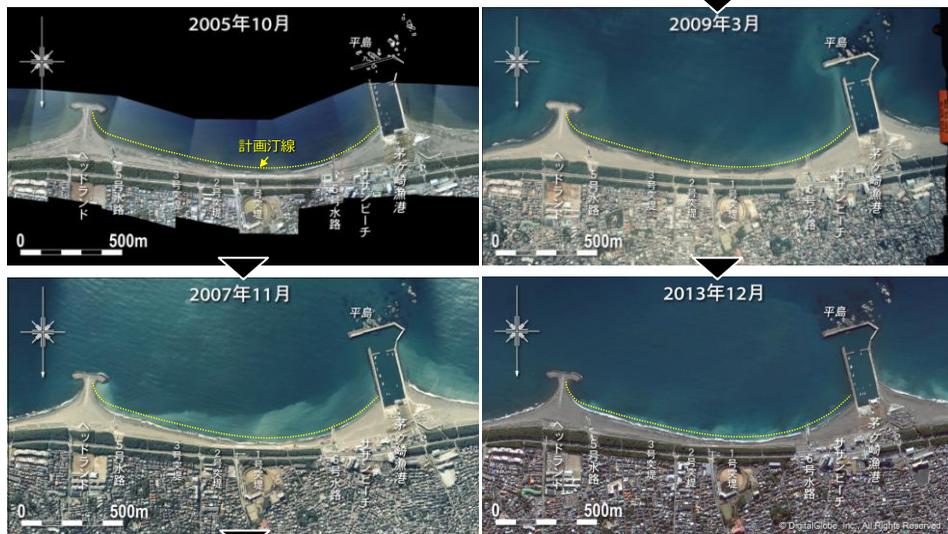


図-12 空中写真による海岸の経年変化（2005年10月～2013年12月）

10

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

6号水路～ヘッドランド間の全域で10～15m程度汀線が前進。6号水路は養浜材の西側への移動を制御。

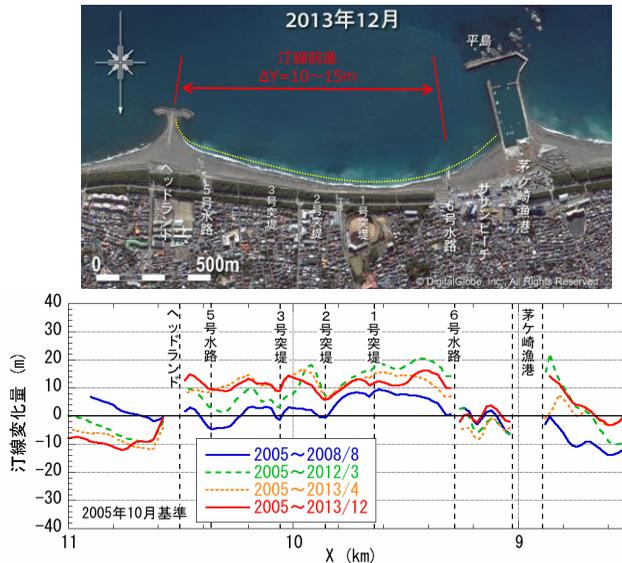


図-13 茅ヶ崎中海岸の汀線変化量 (2005年基準)

11

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

2011年11月以降、特に3号突堤～ヘッドランド間の汀線が前進。

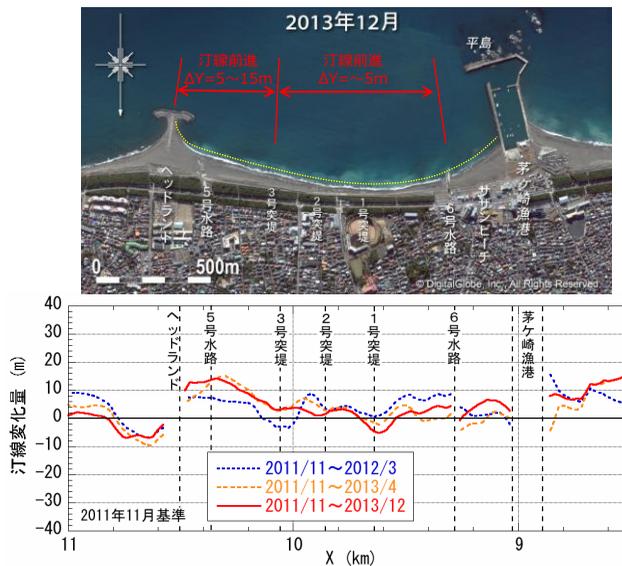


図-14 茅ヶ崎中海岸の近年の汀線変化量 (2011年基準)

12

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

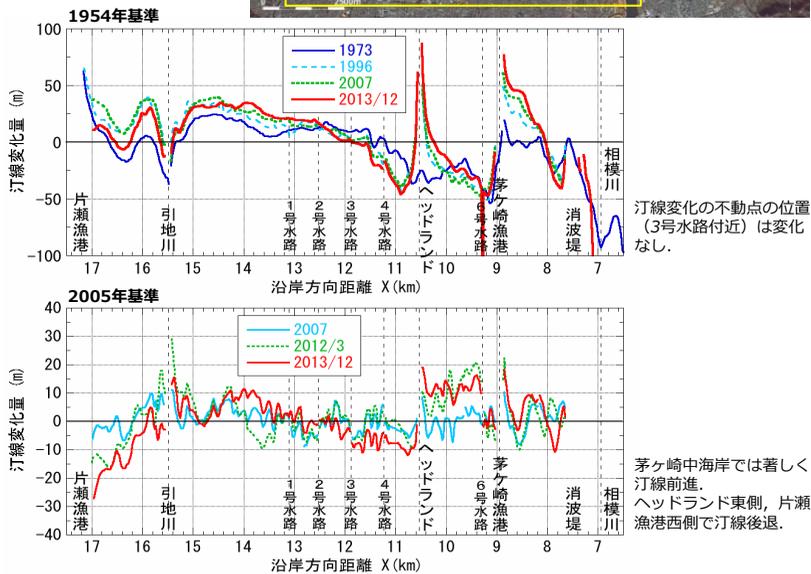


図-15 湘南海岸全域の汀線変化量

13

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～2013年12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1.42万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、その後回復。

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純っている。

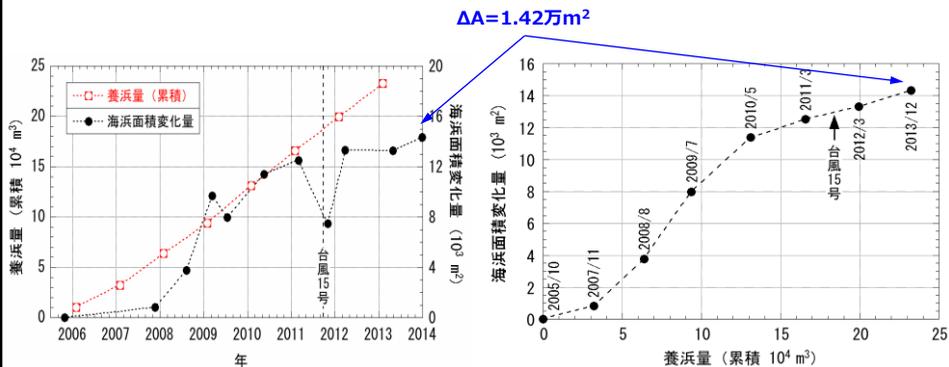


図-16 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量 (2005年基準)

図-17 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)

14

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，高波浪前後に注目して画像を解析。

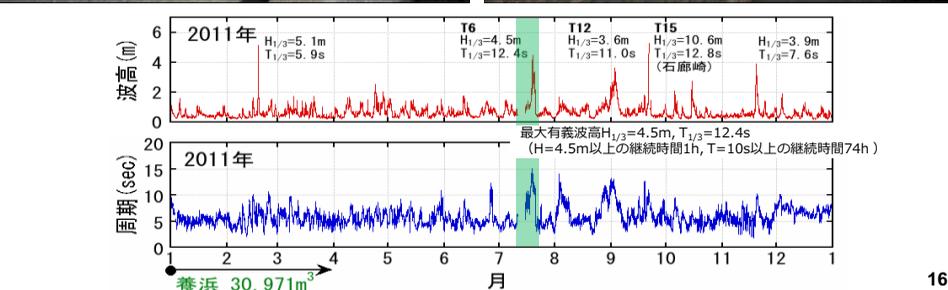


撮影開始：2007年1月30日～
 撮影時間：6時～18時/日 毎正時50秒
 解析方法：T.P.±0m, H<0.5mの連続撮影時間の平均化

図-18 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。



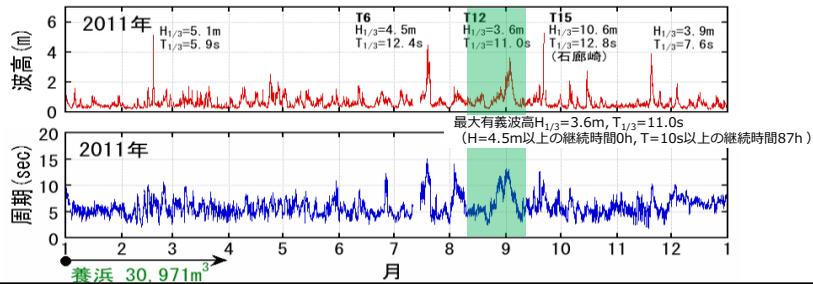
(4) 定点カメラ画像の解析

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。



2011年8月10日（台風12号来襲前）

2011年9月12日（台風12号来襲後）



17

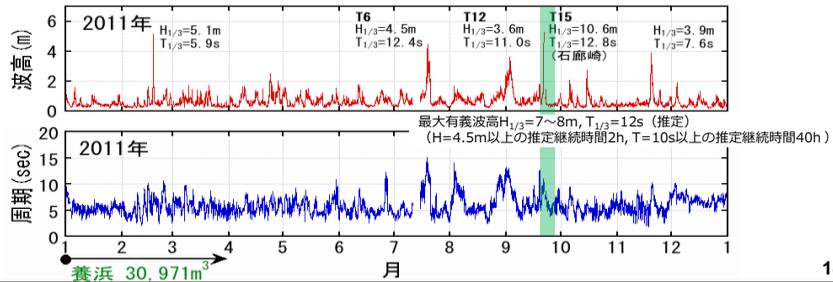
(4) 定点カメラ画像の解析

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。



2011年9月19日（台風15号来襲前）

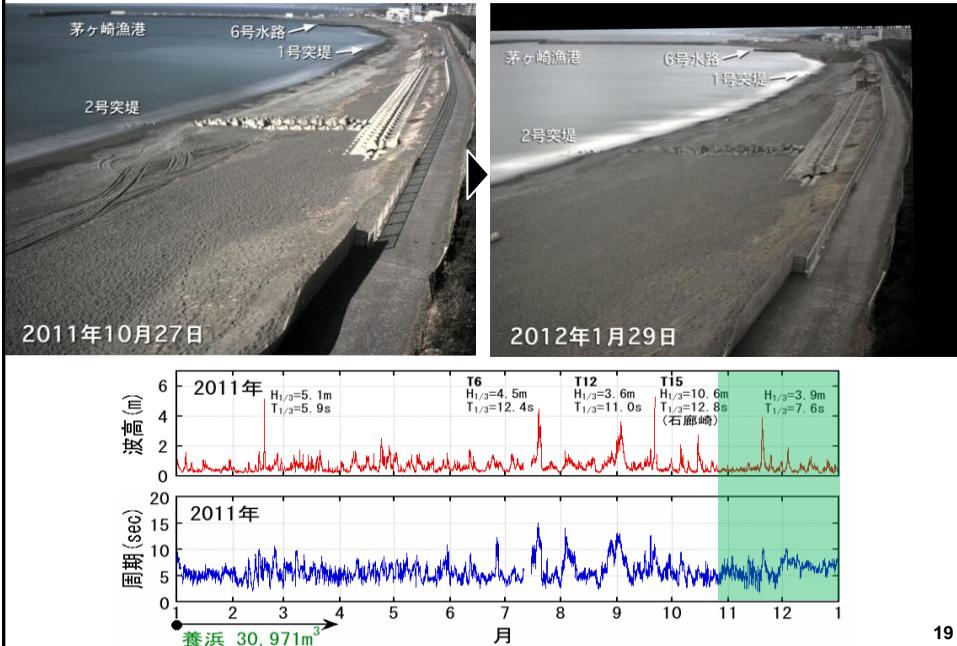
2011年9月27日（台風15号来襲後）



18

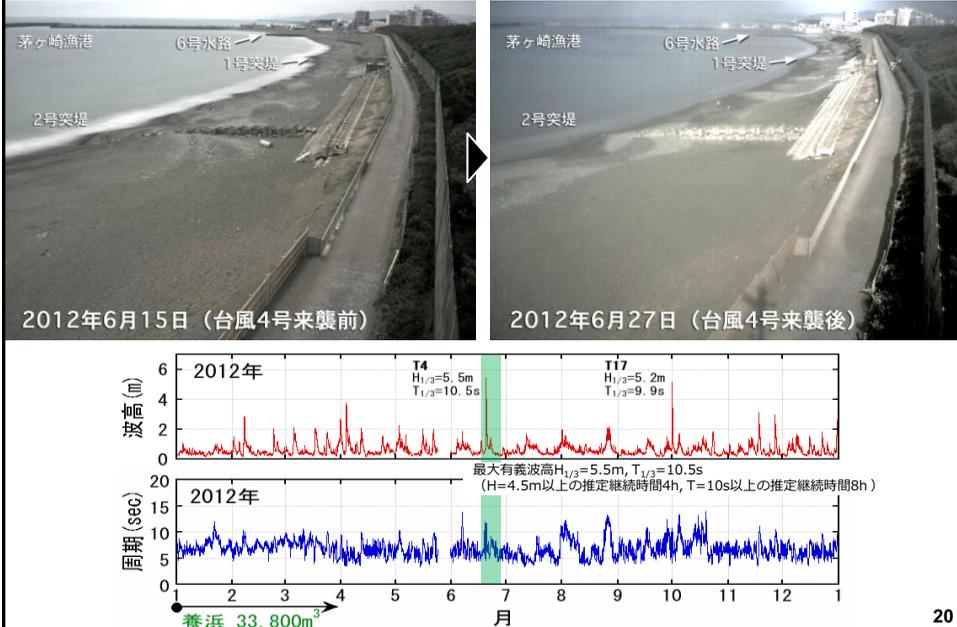
(4) 定点カメラ画像の解析

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。



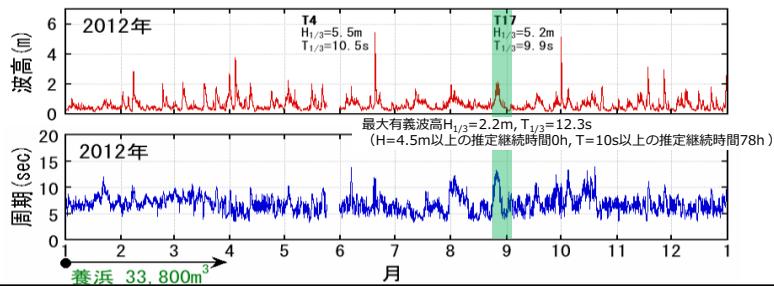
(4) 定点カメラ画像の解析

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、礫ラスプ状が形成された。



(4) 定点カメラ画像の解析

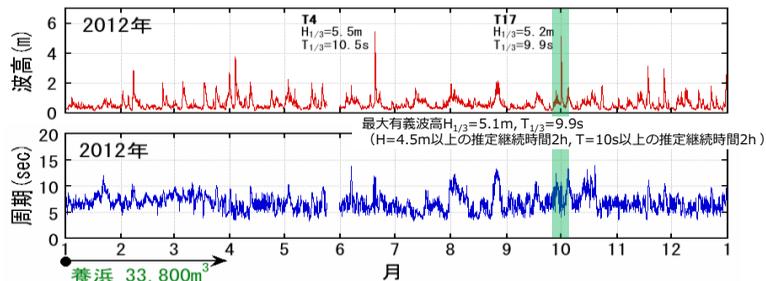
波高が低く、周期の長い波が長時間作用した結果、汀線付近の礫カスプが消え、わずかに汀線前進。



21

(4) 定点カメラ画像の解析

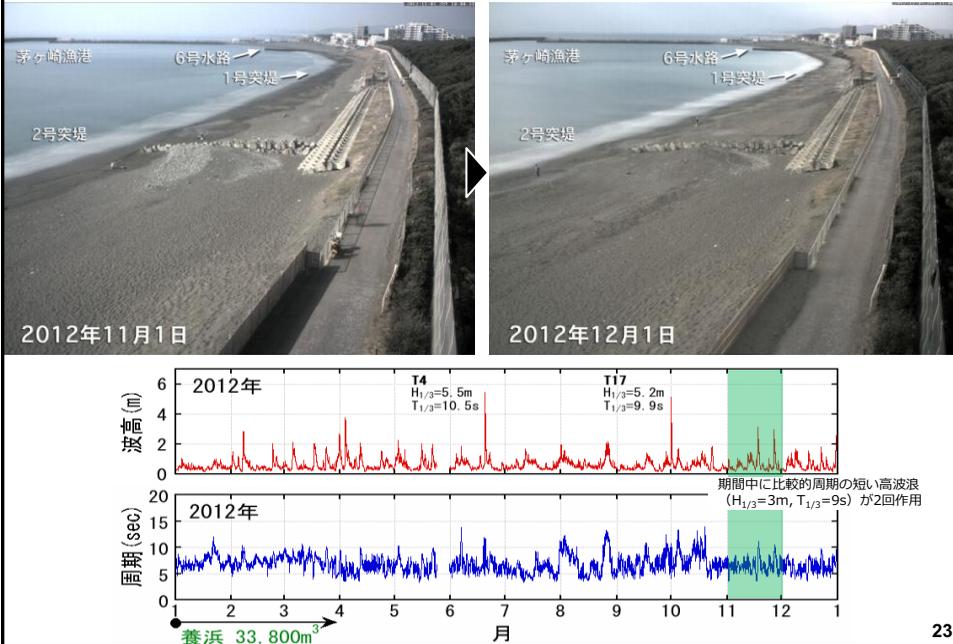
2012年の台風17号による高波浪作用後（高波浪が短時間作用）、汀線付近の礫カスプが消え、地盤高が下がった。ただし汀線位置はほとんど変化なし



22

(4) 定点カメラ画像の解析

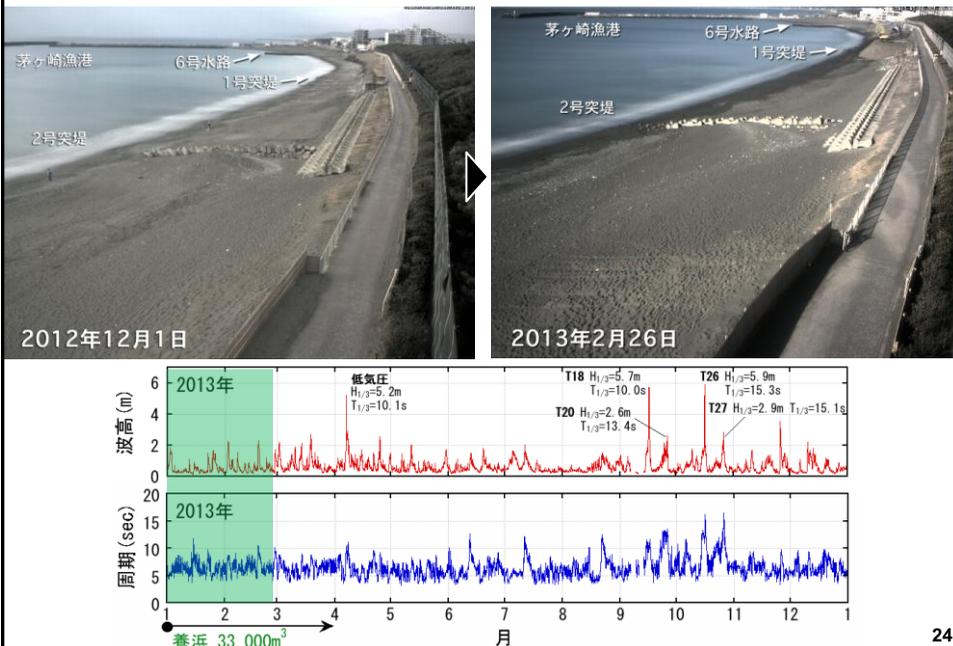
比較的周期の短い高波浪が2回作用後、突堤東側に堆積していた礫が無くなり、汀線付近に礫カスプが形成されつつある。



23

(4) 定点カメラ画像の解析

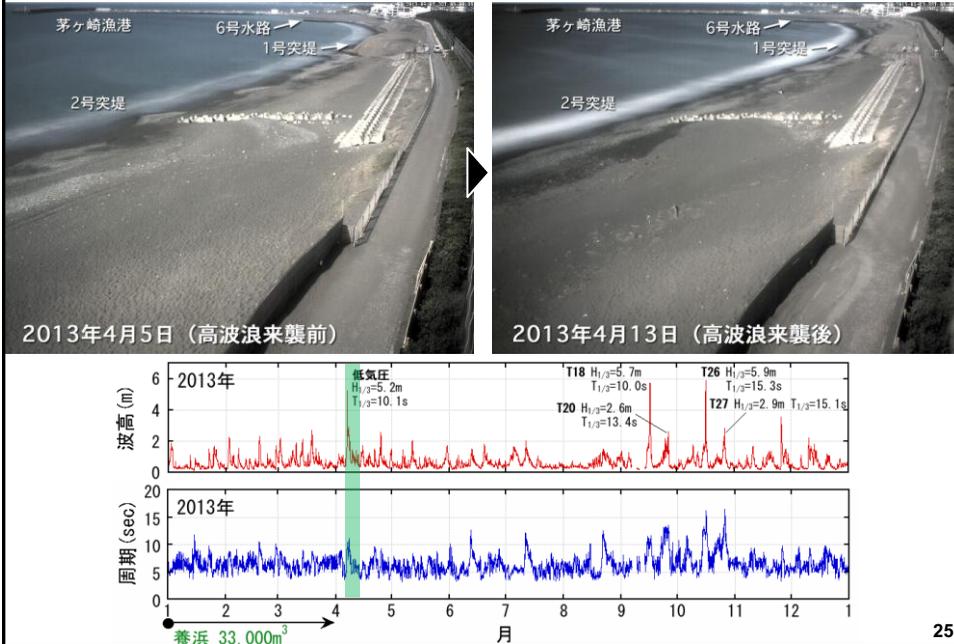
比較的静穏な時期が続く。汀線付近の形状はなだらかで礫は目立たない。1号突堤付近で養浜実施。



24

(4) 定点カメラ画像の解析

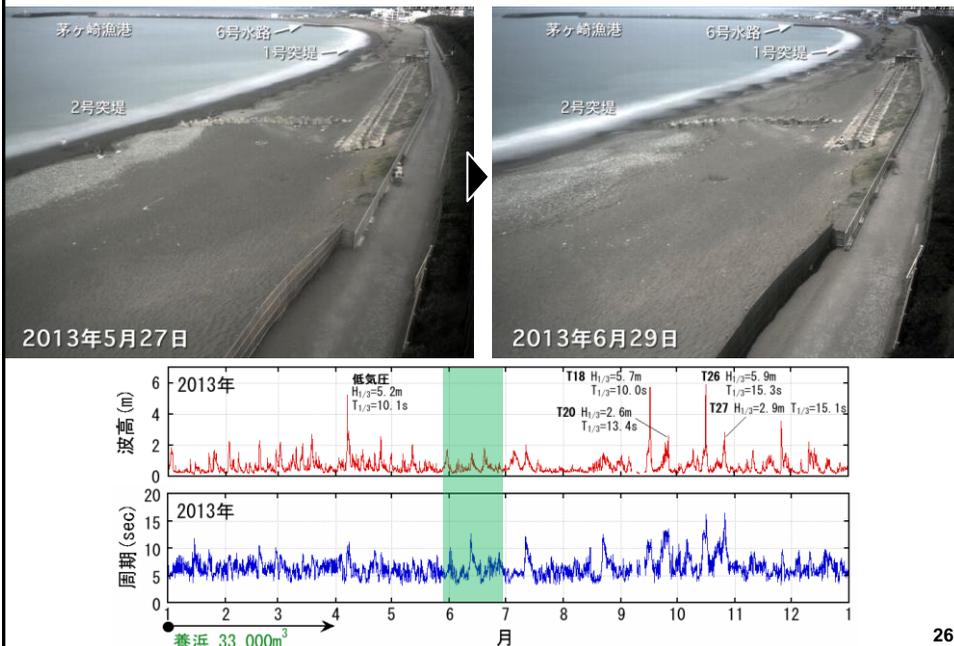
低気圧による高波浪作用後（波高が高く周期の比較的短い波が作用），礫が前浜に連続的に堆積。養浜盛土が削られ汀線前進。



25

(4) 定点カメラ画像の解析

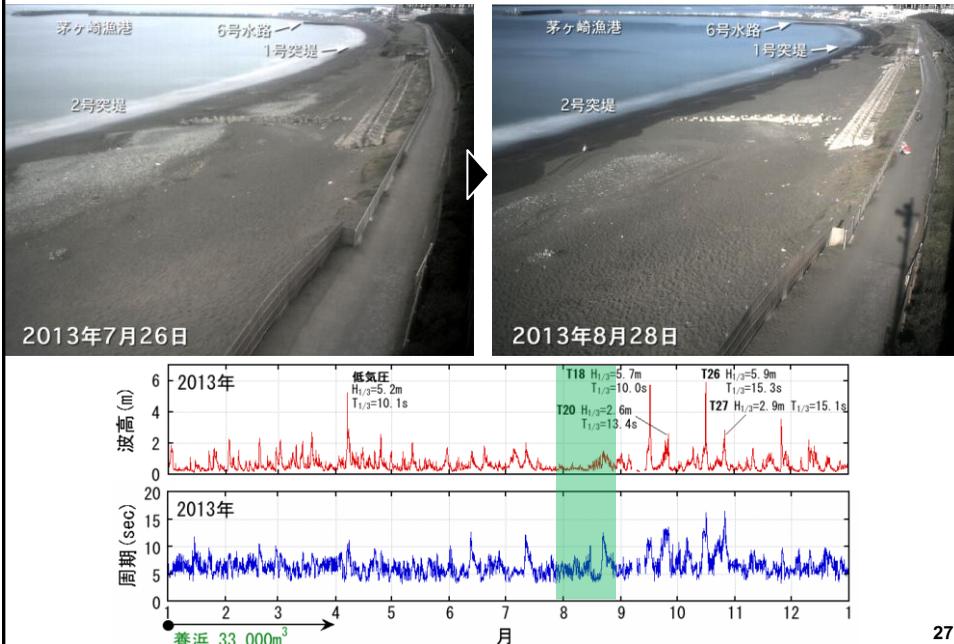
比較的静穏な時期が続く。汀線付近には波長の短い礫スプが形成。



26

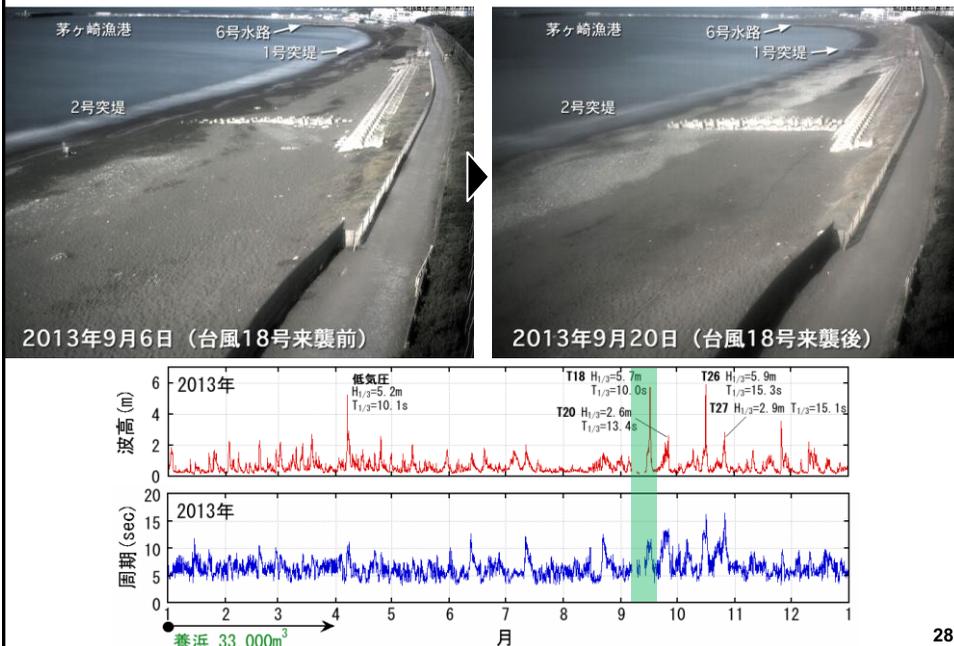
(4) 定点カメラ画像の解析

比較的静穏な時期がさらに続く。前浜から後浜全体が砂で覆われている。



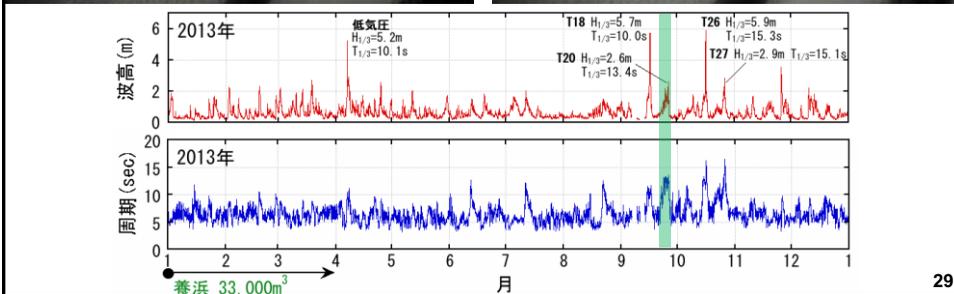
(4) 定点カメラ画像の解析

2013年の台風18号による高波浪作用後（高波浪が短時間作用）、前浜から後浜全体の地盤高が低下し礫が広い範囲で露出した。



(4) 定点カメラ画像の解析

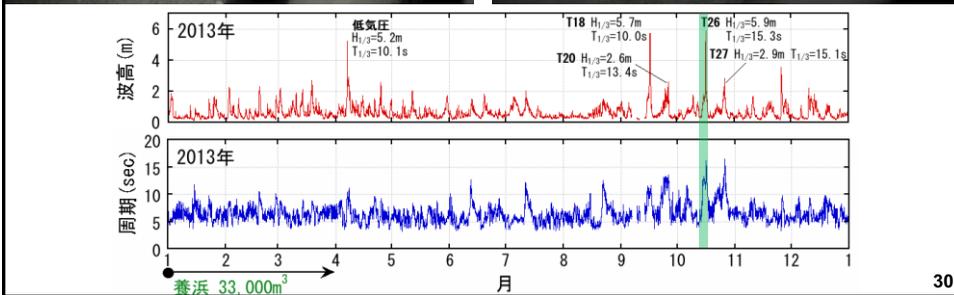
2013年の台風20号による波浪作用後（比較的波高が低く周期の長い波が長時間作用），前浜付近の礫を覆って砂が堆積した．養浜盛土の法先が後退し養浜材が供給された．



29

(4) 定点カメラ画像の解析

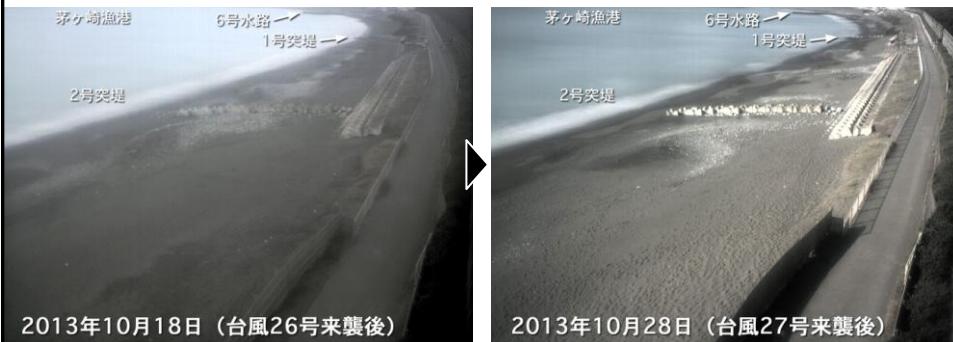
2013年の台風26号による高波浪作用後（波高が高く周期の長い波が短時間作用），前浜付近の地盤高が低下し陸側に礫スプが形成された．



30

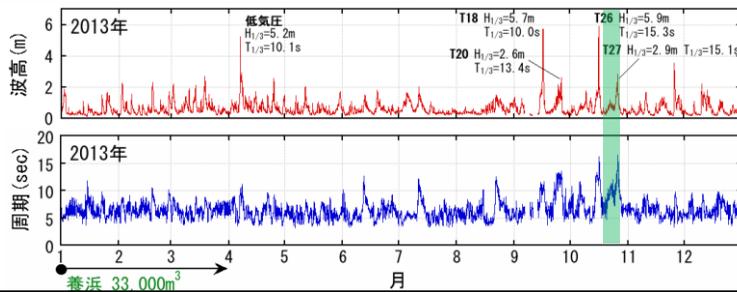
(4) 定点カメラ画像の解析

2013年の台風27号による波浪作用後（比較的波高が低く周期の長い波が長時間作用）、1～2号突堤間に波長の長いカスプが形成。



2013年10月18日（台風26号来襲後）

2013年10月28日（台風27号来襲後）



31

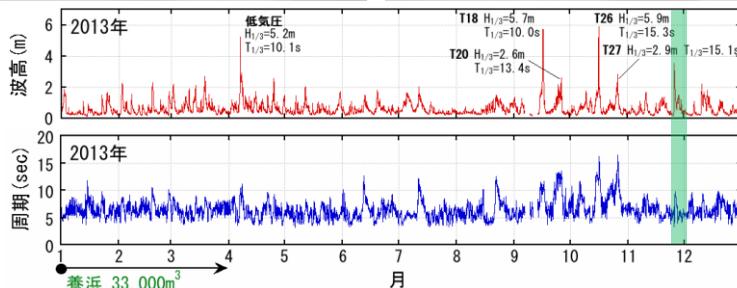
(4) 定点カメラ画像の解析

低気圧による高波浪作用後（周期の比較的短い波が短時間作用）、前浜の礫カスがなだらかになった。



2013年11月25日（高波浪来襲前）

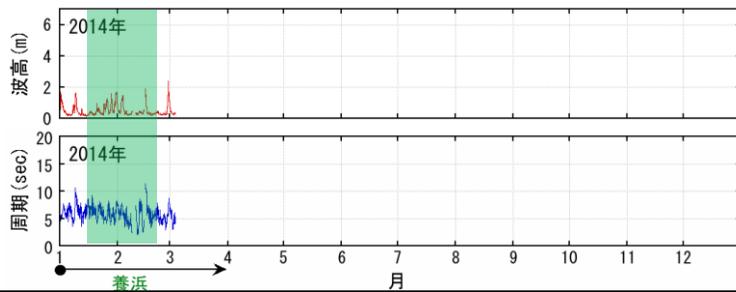
2013年12月2日（高波浪来襲後）



32

(4) 定点カメラ画像の解析

比較的静穏な時期が続き、汀線付近は砂で覆われた。養浜が行なわれ前浜に土砂が供給されつつある。



33

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

観測開始6年9カ月10日後（養浜材約26万 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-19 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-20 2014年2月21日
定点写真の平均化画像 M.S.L.

定点カメラ画像の解析で分かった砂浜の短期的な変化

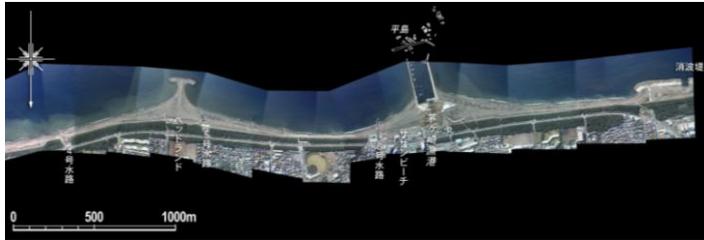
- ✓ 養浜後は一時的に養浜箇所周辺で汀線前進。
- ✓ 通常の高波浪では前浜の地盤高低下と礫のバーム（カスプ）が形成される（例：2013年4月低気圧，T1318，T1326）
- ✓ 比較的静穏な時期や、比較的高波浪でも周期の長い波が長く継続すると前浜に砂が戻る（例：T1320，T1327）

34

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

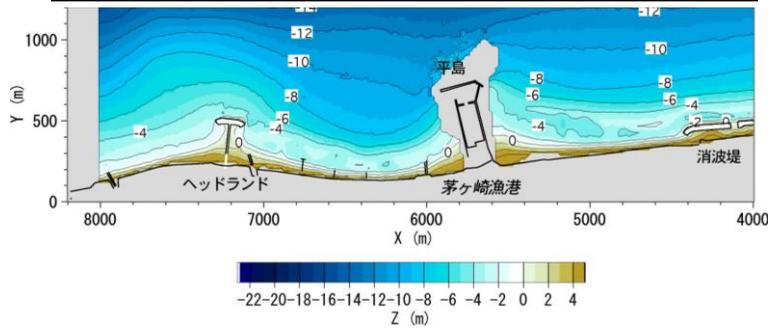


図-21 深浅測量（NMB測量）結果：2005年

35

3 養浜後の地形変化

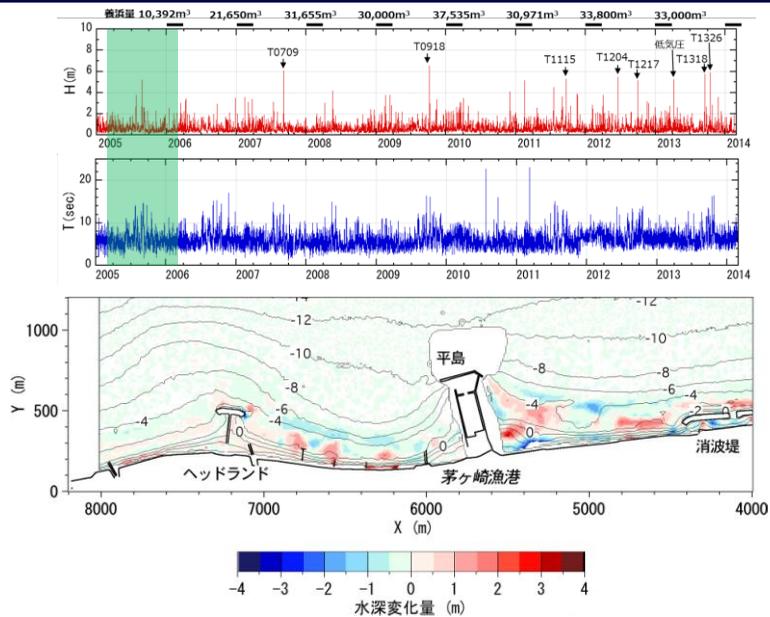


図-22 地形変化量：2005.2-2006.2

36

3 養浜後の地形変化

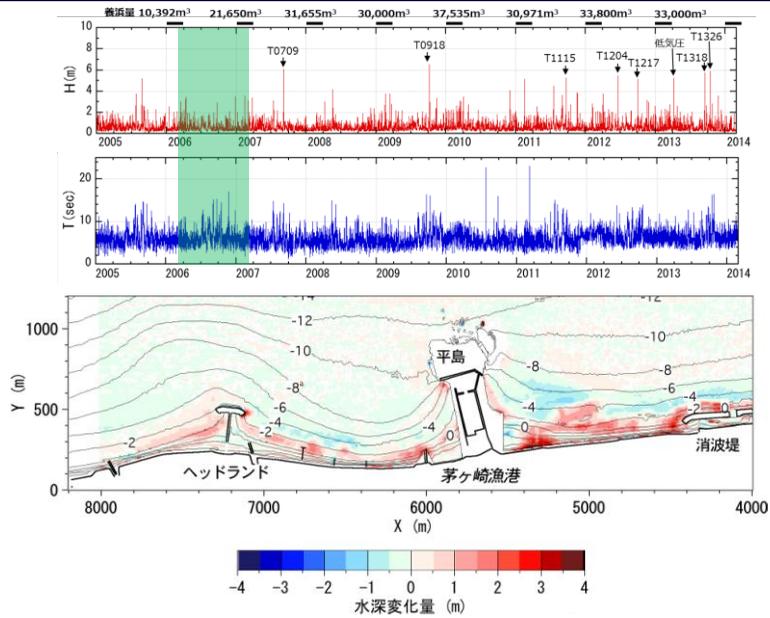


図-23 地形変化量：2006.2-2007.2

37

3 養浜後の地形変化

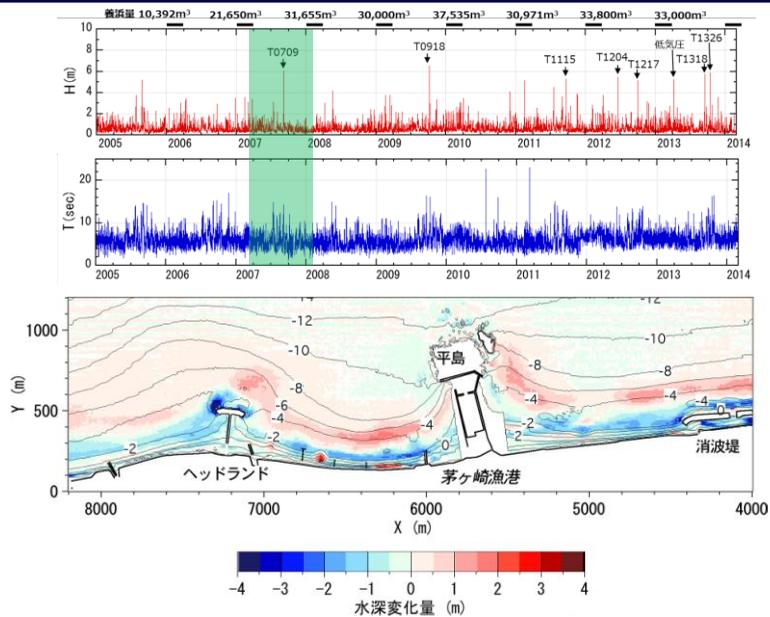


図-24 地形変化量：2007.2-2008.1

38

3 養浜後の地形変化

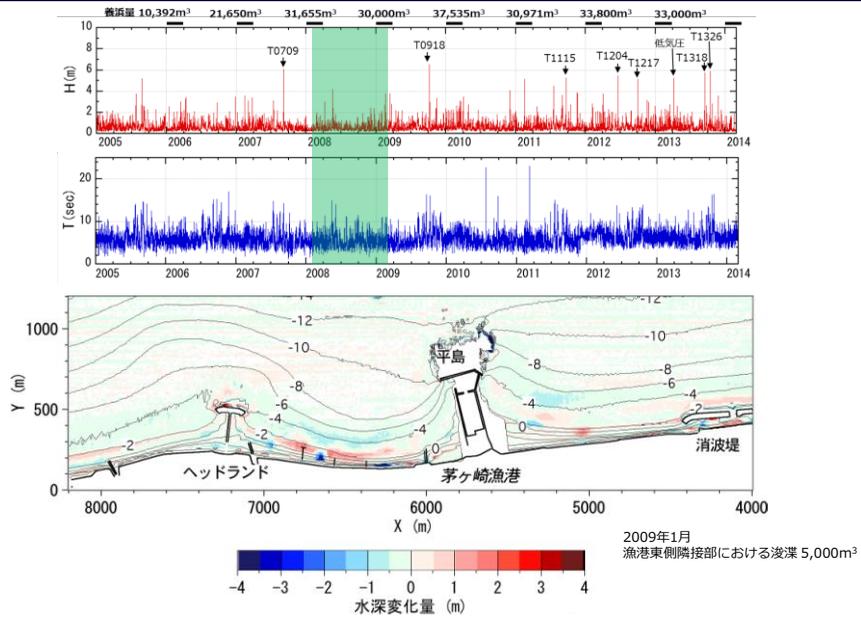


図-25 地形変化量：2008.1-2009.2

39

3 養浜後の地形変化

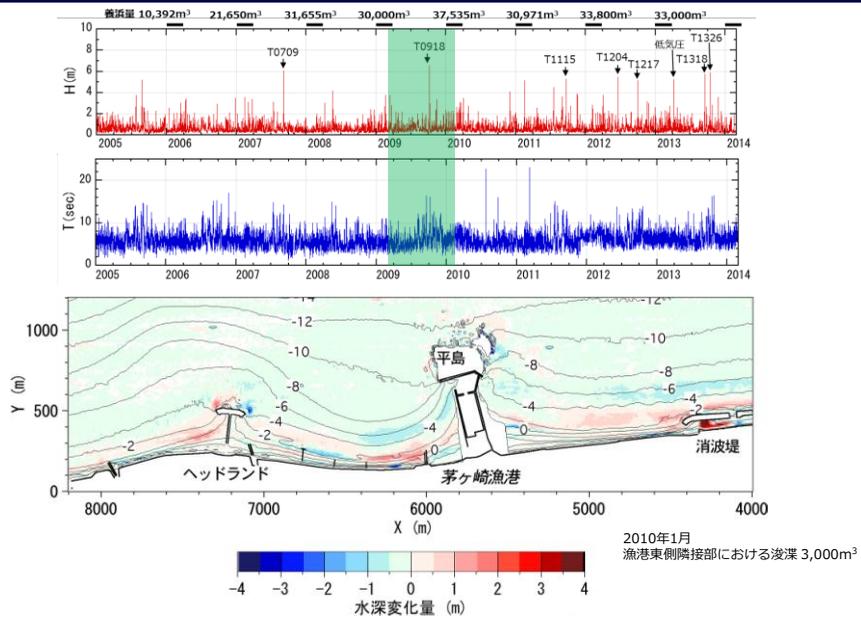


図-26 地形変化量：2009.2-2010.1

40

3 養浜後の地形変化

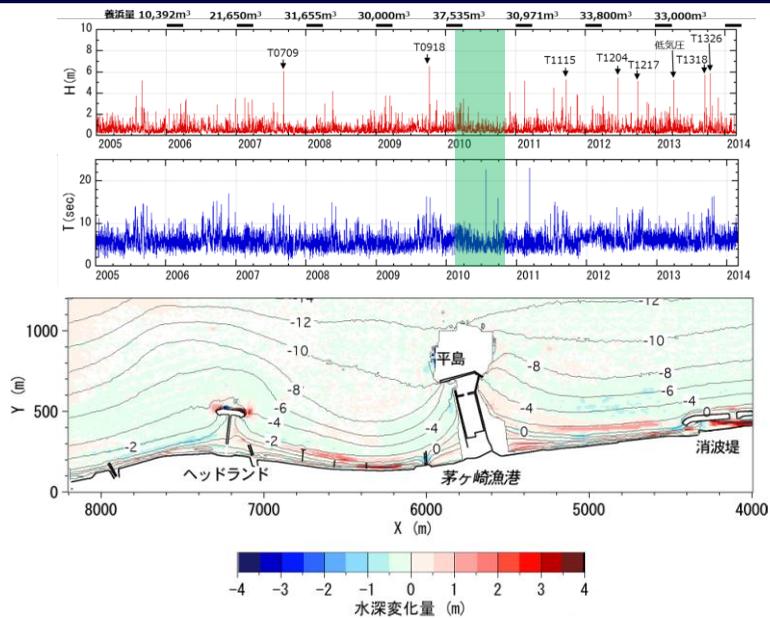


図-27 地形変化量：2010.1-2010.10

41

3 養浜後の地形変化

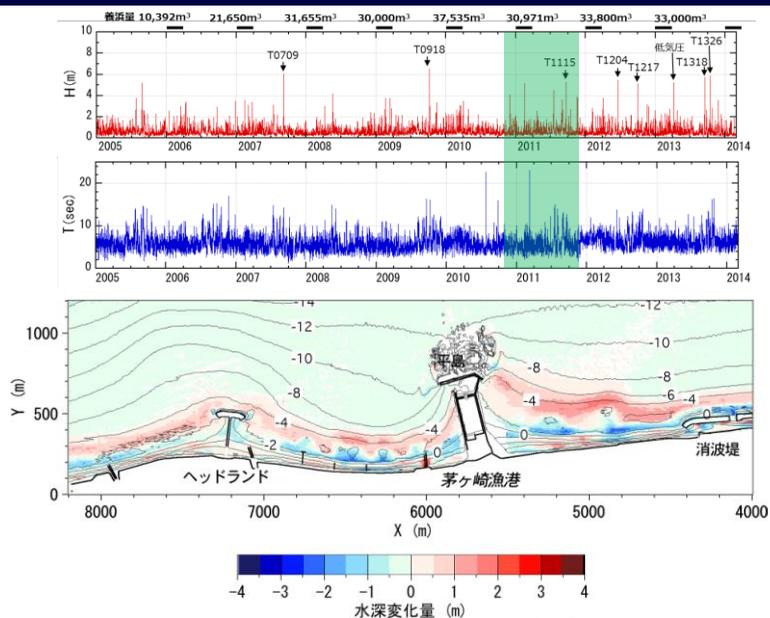


図-28 地形変化量：2010.10-2011.11

42

3 養浜後の地形変化

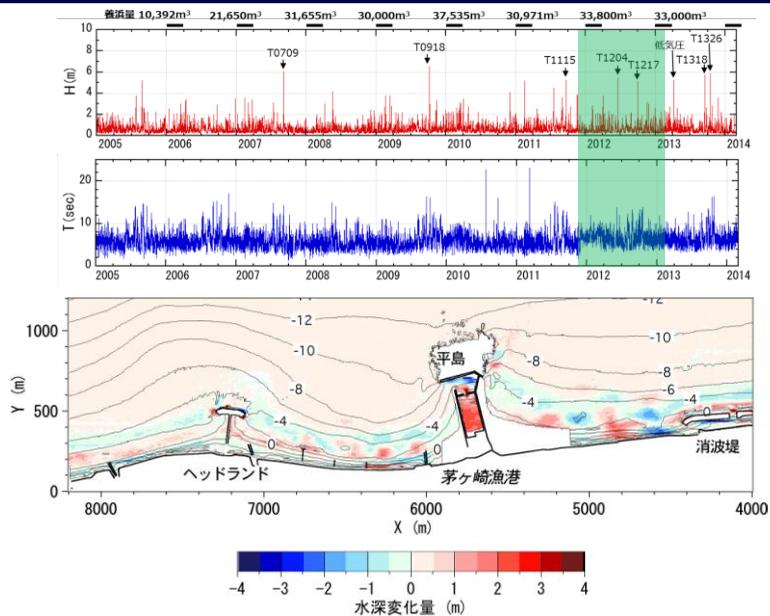


図-29 地形変化量：2011.11-2013.1

43

3 養浜後の地形変化

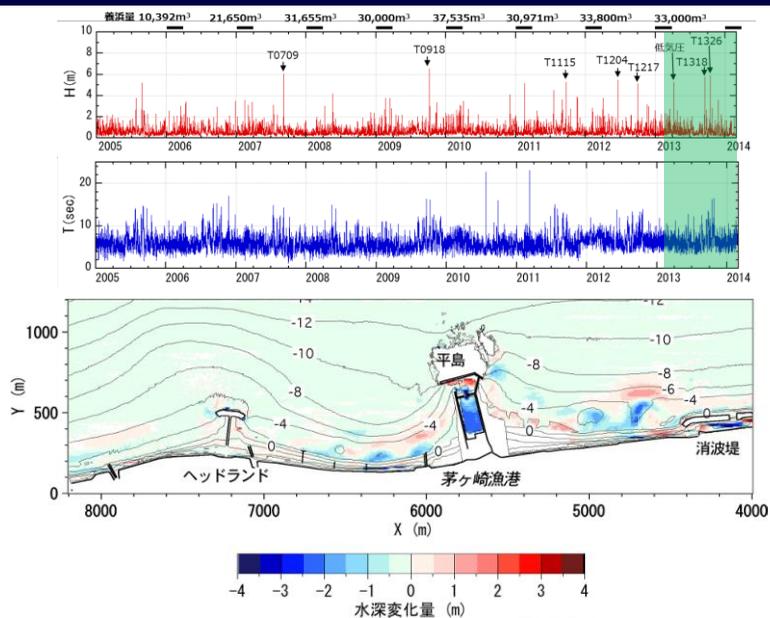
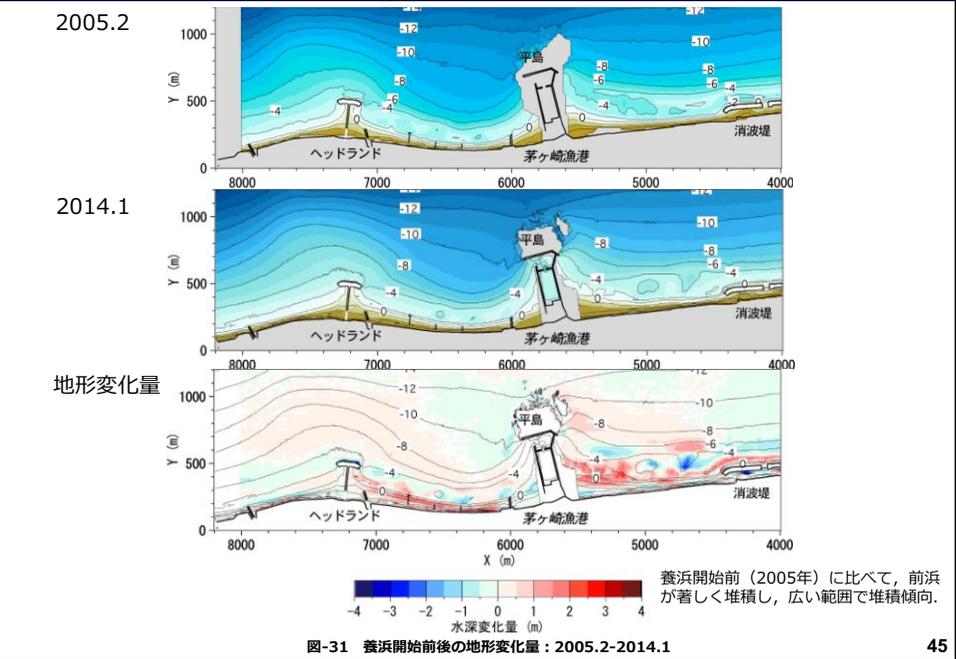


図-30 地形変化量：2013.1-2014.1

44

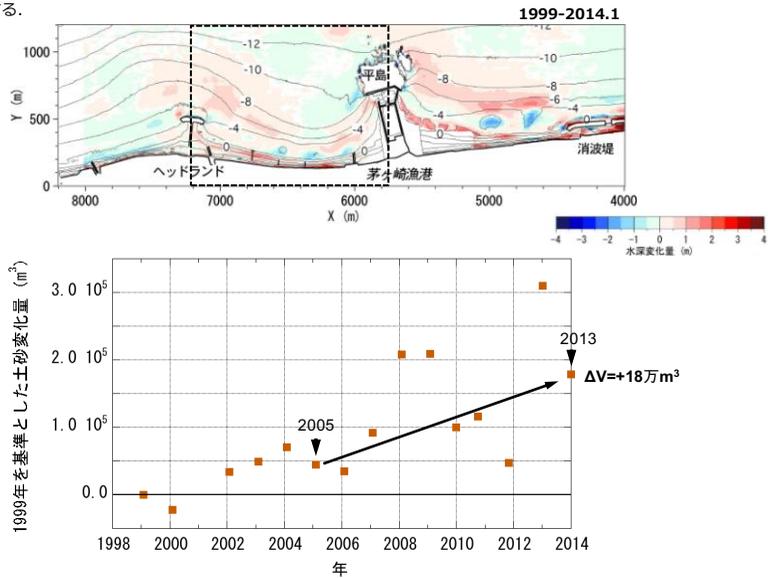
3 養浜後の地形変化



45

3 養浜後の地形変化

2005年2月以降、養浜により増加傾向。2014年1月までの増加量は約18万 m^3 。
2013年3月までの養浜実績19.9万 m^3 に対し、期間中のヘッドランドを越えて東側へ流れる沿岸漂砂量約4.5万 m^3 を除いた約15.5万 m^3 にほぼ相当する。



46

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70m（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ったが、2013年の高波浪で再び水深3mにトラフ（凹み）が形成された。

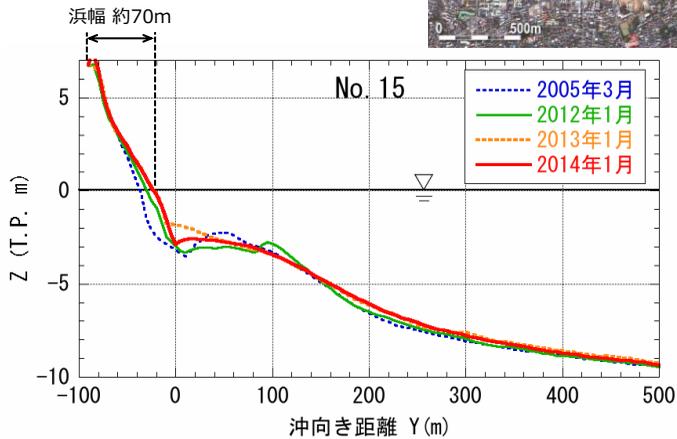
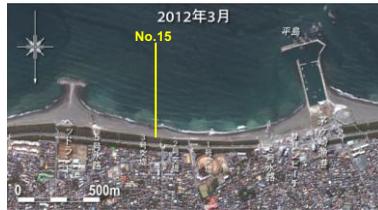


図-33 海浜縦断形の変化 (No.15)

47

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ったが、2013年の高波浪で再び水深3mにトラフ（凹み）が形成された。

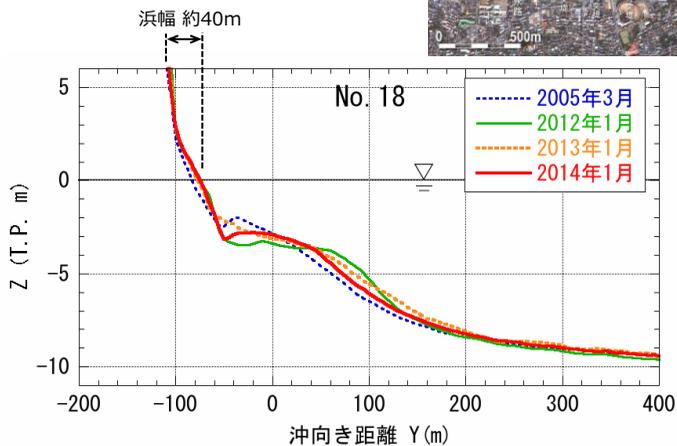
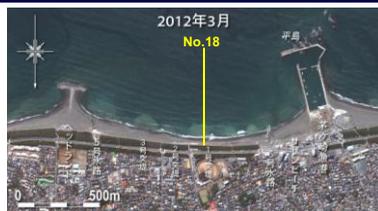


図-34 海浜縦断形の変化 (No.18)

48

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45m。
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ったが、2013年の高波浪で再び水深3mにトラフ（凹み）が形成された。

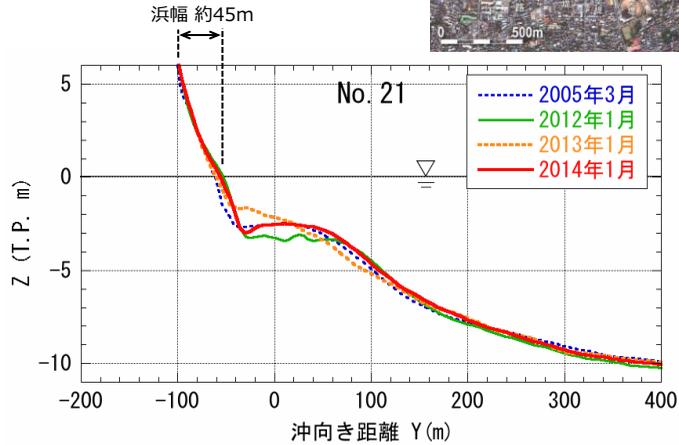


図-35 海浜縦断形の変化 (No.21)

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。

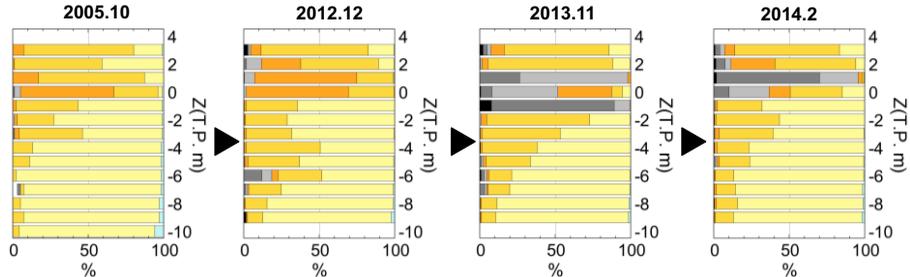
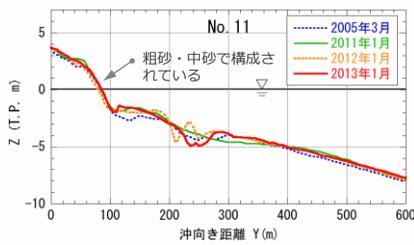


図-36 底質の水深方向分布の変化 (No.11)

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。高波浪後の2013年11月は汀線付近に礫が多い。その後、2014年2月では、前浜の礫は再び中砂に覆われたと考えられる。

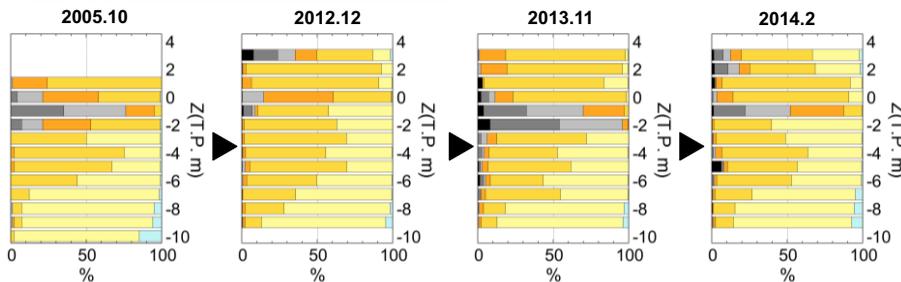
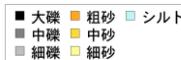
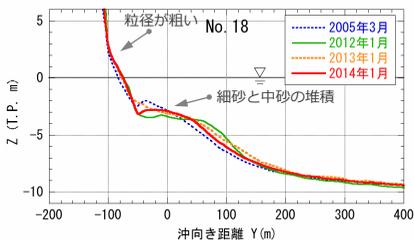
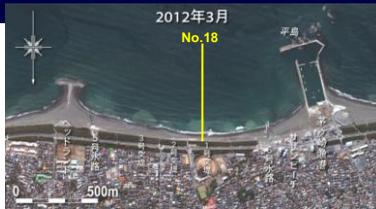


図-37 底質の水深方向分布の変化 (No.18)

51

4 海浜の質的变化

ヘッドランド西側は、主に細砂・中砂で構成されている。

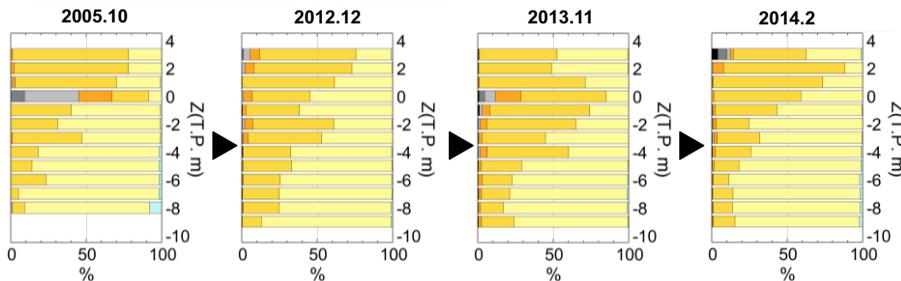
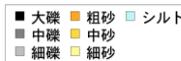
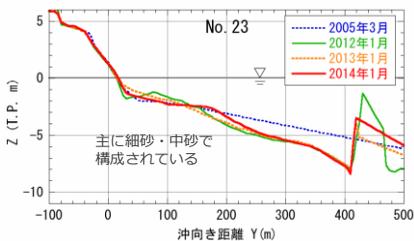
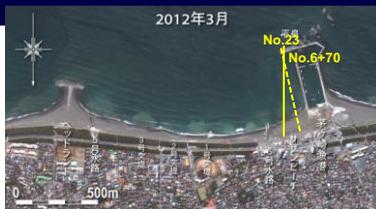


図-38 底質の水深方向分布の変化 (No.23, iNo.6+70)

52

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年～2013年の地形変化の再現)

養浜により砂浜が回復しつつある2013年の海浜地形を再現.

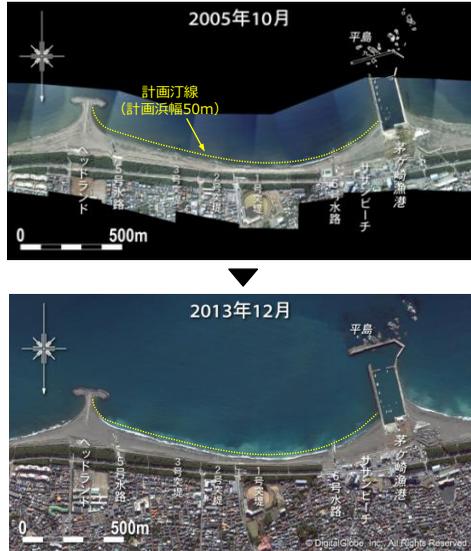


図-39 2005年と2013年の空中写真の比較

[2013年3月までの養浜実績]

Total: 19.9万m³

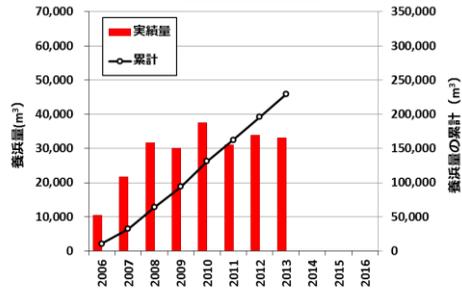


図-40 養浜量

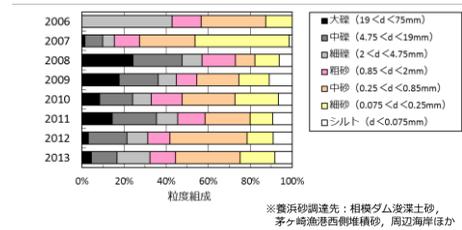


図-41 養浜材の質

53

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年～2013年の地形変化の再現)

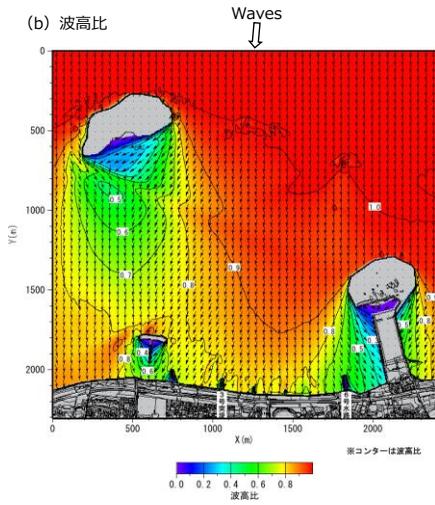
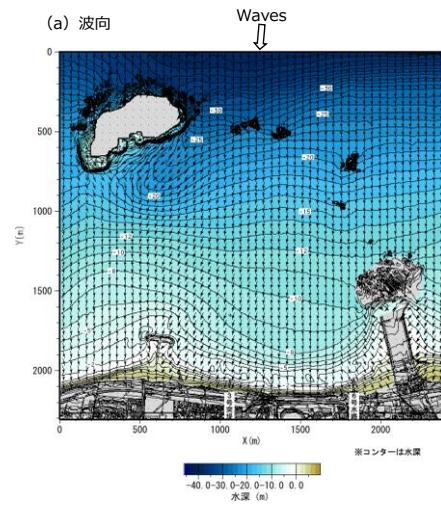


図-42 波浪場の計算結果

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°W (地形変化の再現性により決定)

54

5 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算 (2005年～2013年の地形変化の再現)

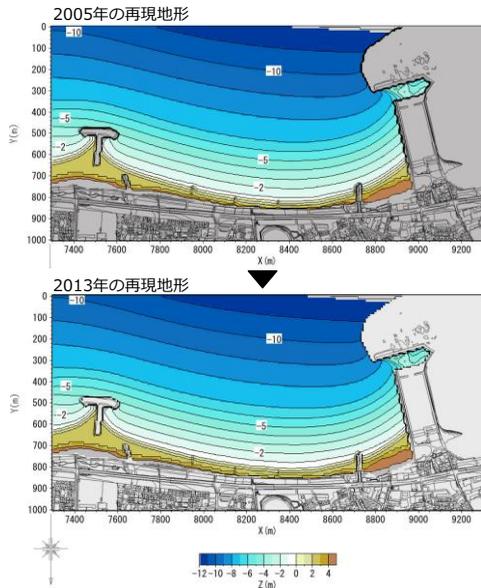


図-43 2005年, 2013年の再現地形

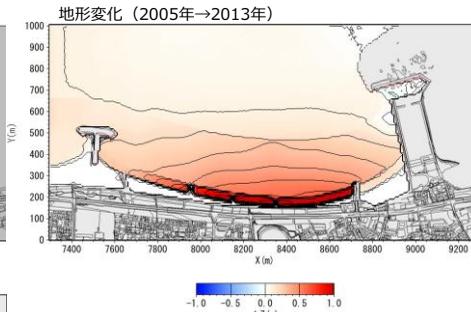


図-44 2005～2013年の地形変化量

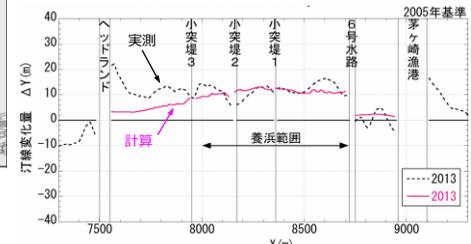


図-45 2005～2013年の訂線変化量

55

5 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2013年→2016年)

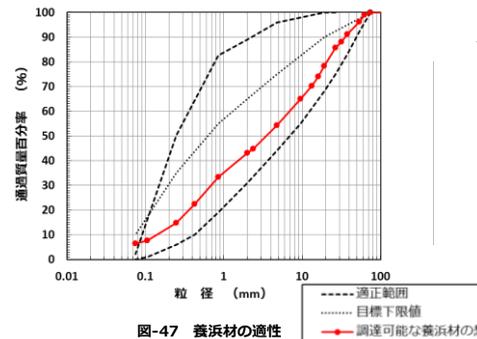


図-47 養浜材の適性

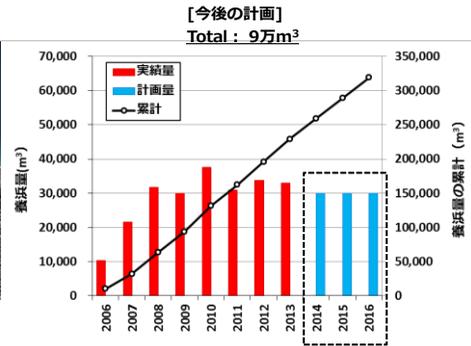


図-46 養浜量

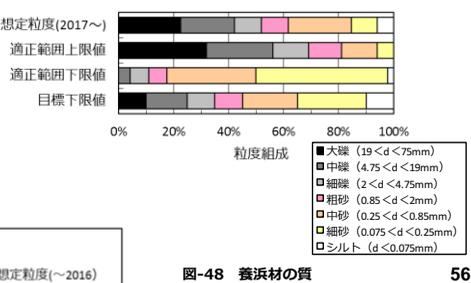


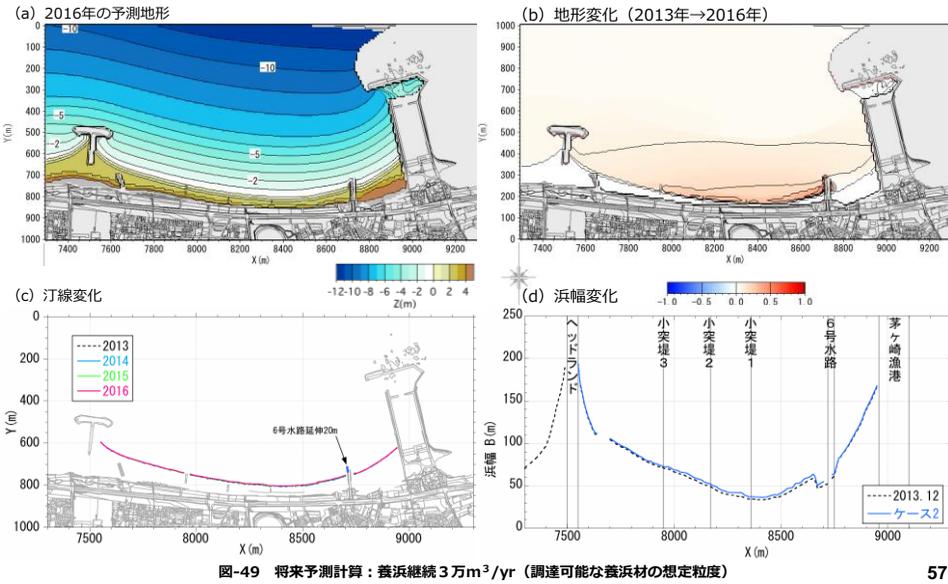
図-48 養浜材の質

56

5 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2013年→2016年)

粗粒材養浜 3万m³/yrを継続することで、2016年までに最も浜幅が狭い箇所で40m程度の浜幅を確保することができる。

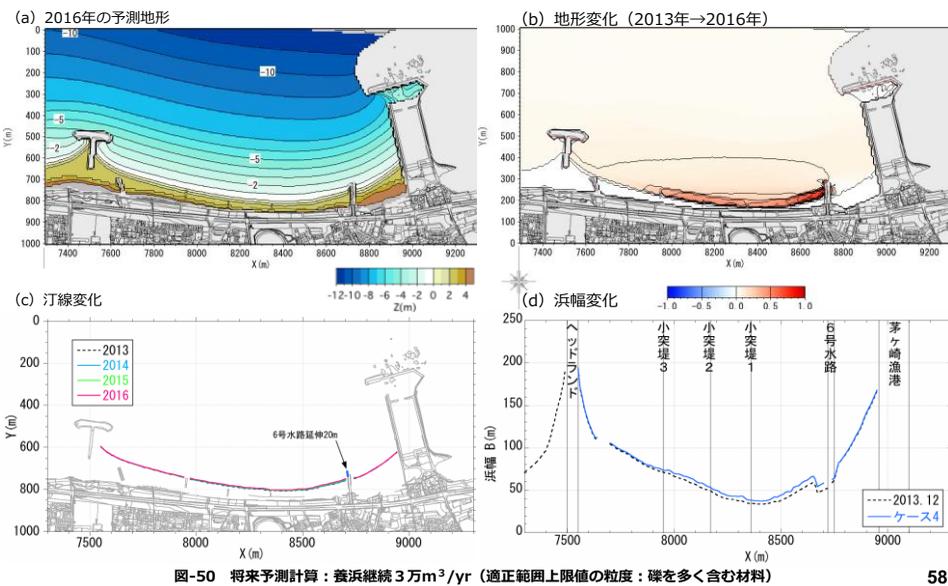


57

5 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2013年→2016年)

礫を多く含む粗粒材養浜 3万m³/yrを継続することで、堆積が促進し、より汀線の前進を図ることができる。



58

6 養浜事業の評価(まとめ)

- (1) 茅ヶ崎中海岸では、2006年1月以降、計26万m³の養浜が実施された。この結果、砂浜は回復しつつある。
- (2) 従来は養浜箇所前面で集中的に汀線が前進していたが、近年の高波浪の影響もあり、2012年以降は、養浜箇所前面の汀線が後退し、全域で10～15m程度汀線が前進した。
- (3) 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。
- (4) 海浜面積の変化量は経年的に増加してきたが、近年の高波浪の影響もあり、2010年以降は増加量が鈍っている。一方、2014年1月時点での沖合も含めた地形変化量は、養浜量に見合った分の増加が確認された。
- (5) 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ったが、2013年の高波浪で再び-3mにトラフが形成された。この場合の地形変化は-2m以深であり、汀線は維持された。
- (6) 高波浪時でも礫は前浜付近に留まり海岸保全に効果的である。また、通常の高波浪では前浜の地盤高低下と礫のバーム(カスプ)が形成されるが、比較的静穏な時期や高波浪でも周期の長い波が長く継続すると前浜に砂が戻る。
- (7) 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確実に果たしつつある。一方、近年は高波浪がたて続けに発生しており、その影響により、波あたりが強い海岸中央部の砂浜が広がりにくくなっている。今後もモニタリングを継続し、海浜状況の変化を把握していく必要がある。