

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



2011年9月25日撮影

Contents

1. 養浜実績と計画
2. 養浜後の来襲波浪
3. 養浜後の地形変化
4. 海浜の質的变化
5. 漁港隣接部における堆積と浚渫
6. 養浜による地形変化の将来予測
7. 養浜事業の評価

1

1 養浜実績と計画

(1) 養浜実績

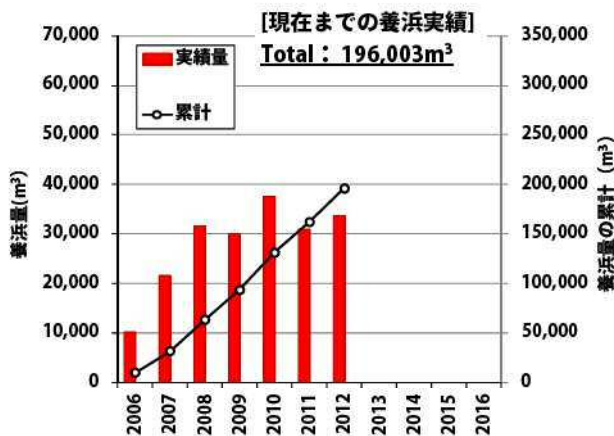
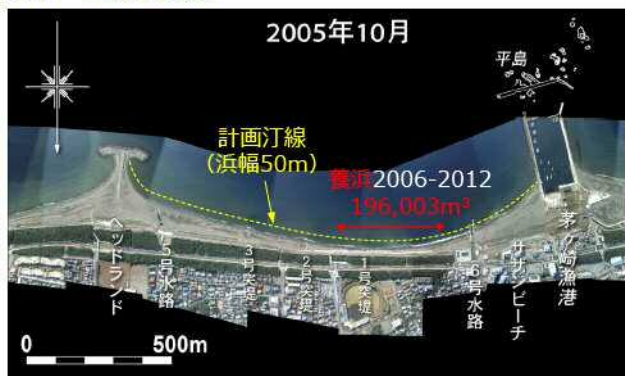


図-1 養浜量

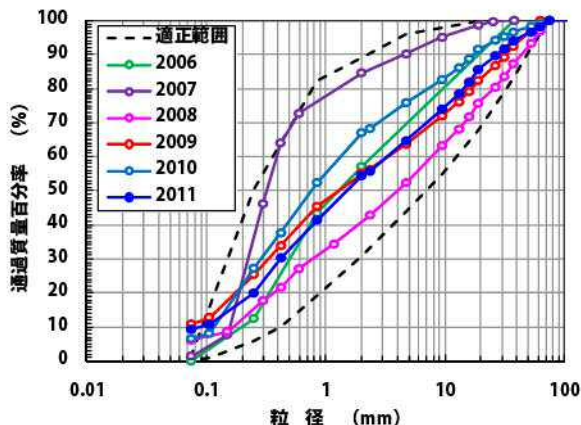
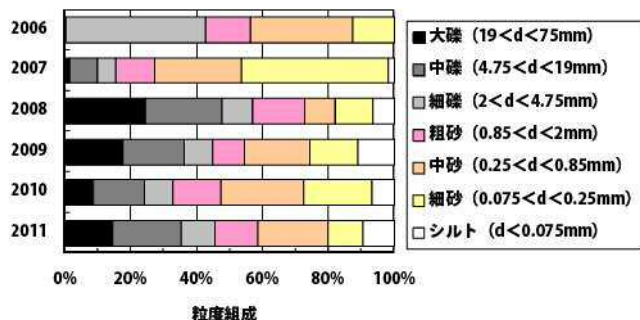


図-2 養浜材の適性



※養浜砂調達先: 相模ダム浚渫土砂, 茅ヶ崎漁港西側堆積砂, 周辺海岸ほか

図-3 養浜材の質

2

1 養浜実績と計画

(2) 養浜計画

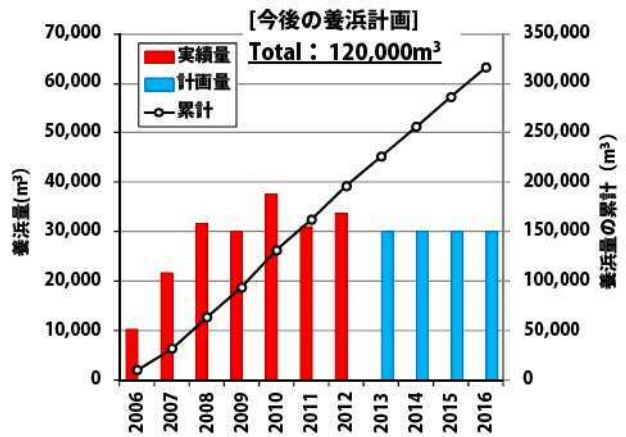
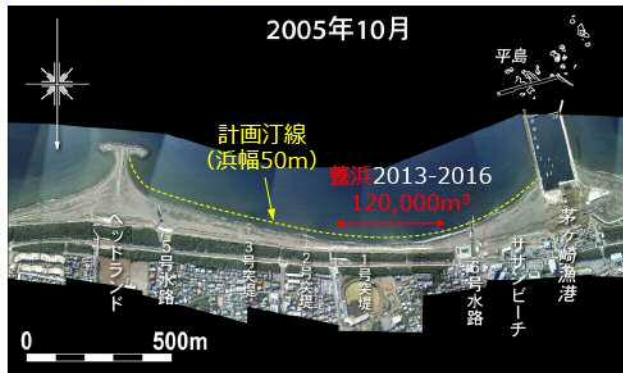


図-4 養浜量

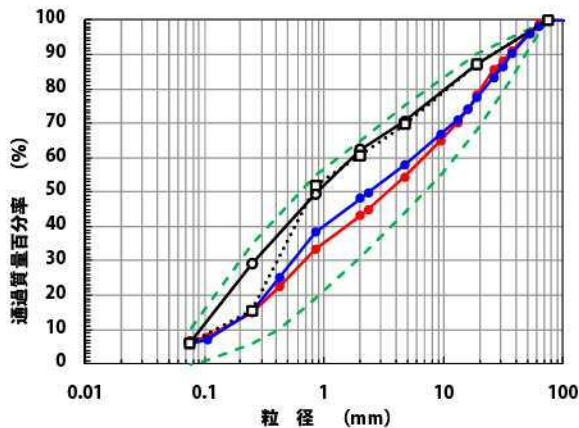


図-5 養浜材の適性

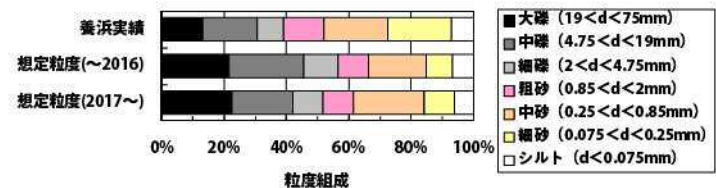


図-6 養浜材の質



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



図-7 流砂系における養浜材の供給源

名称	現況堆砂量 (万m³)	年平均流入土砂量 (万m³/年)
ダム	相模	1,850
	沼本	30
	城山	500
	道志	96
	宮ヶ瀬	220
	ダム計	2,696
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
	相模川河口	1
その他建設発生土砂		7
相模川流域計		2,890
酒匂川流域	ダム 三保	580
	利水 飯泉取水堰	19
	酒匂川流域計	599

2 養浜後の来襲波浪

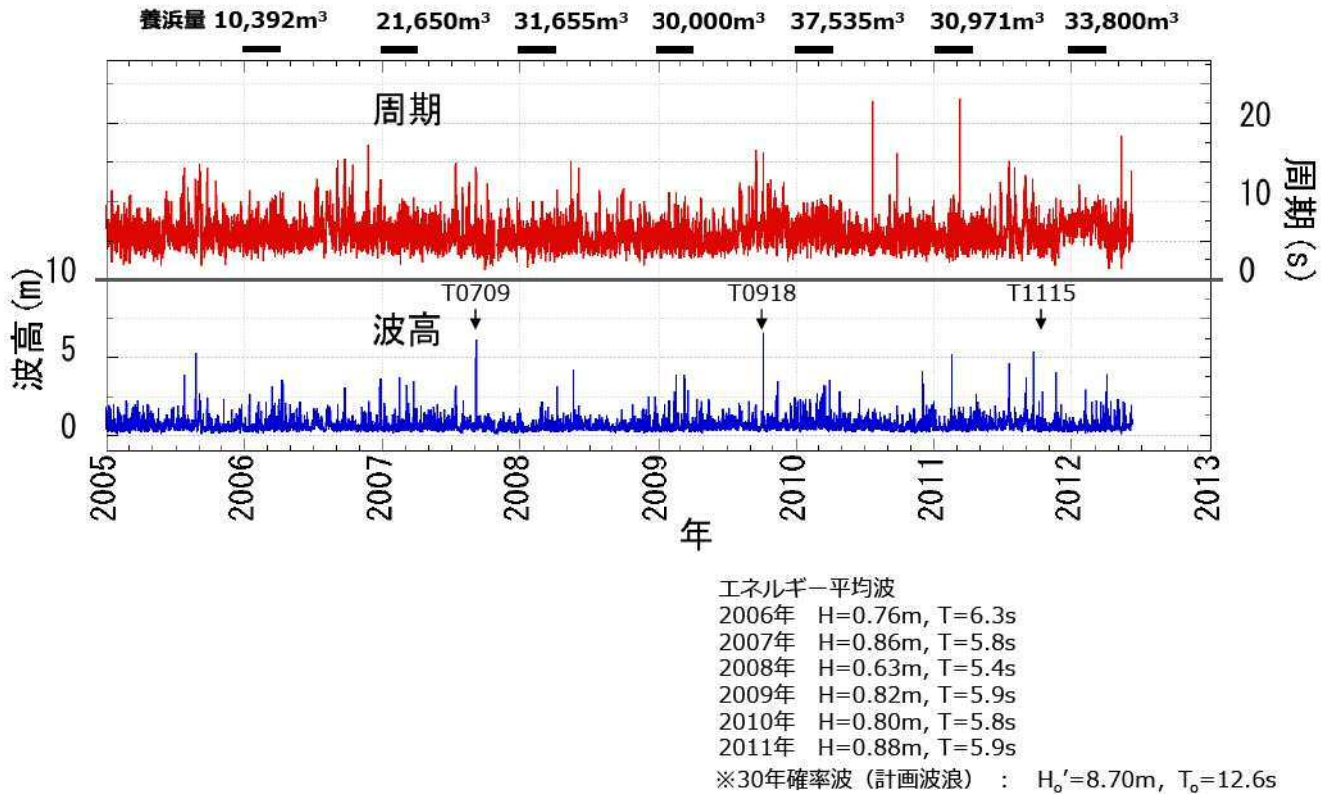
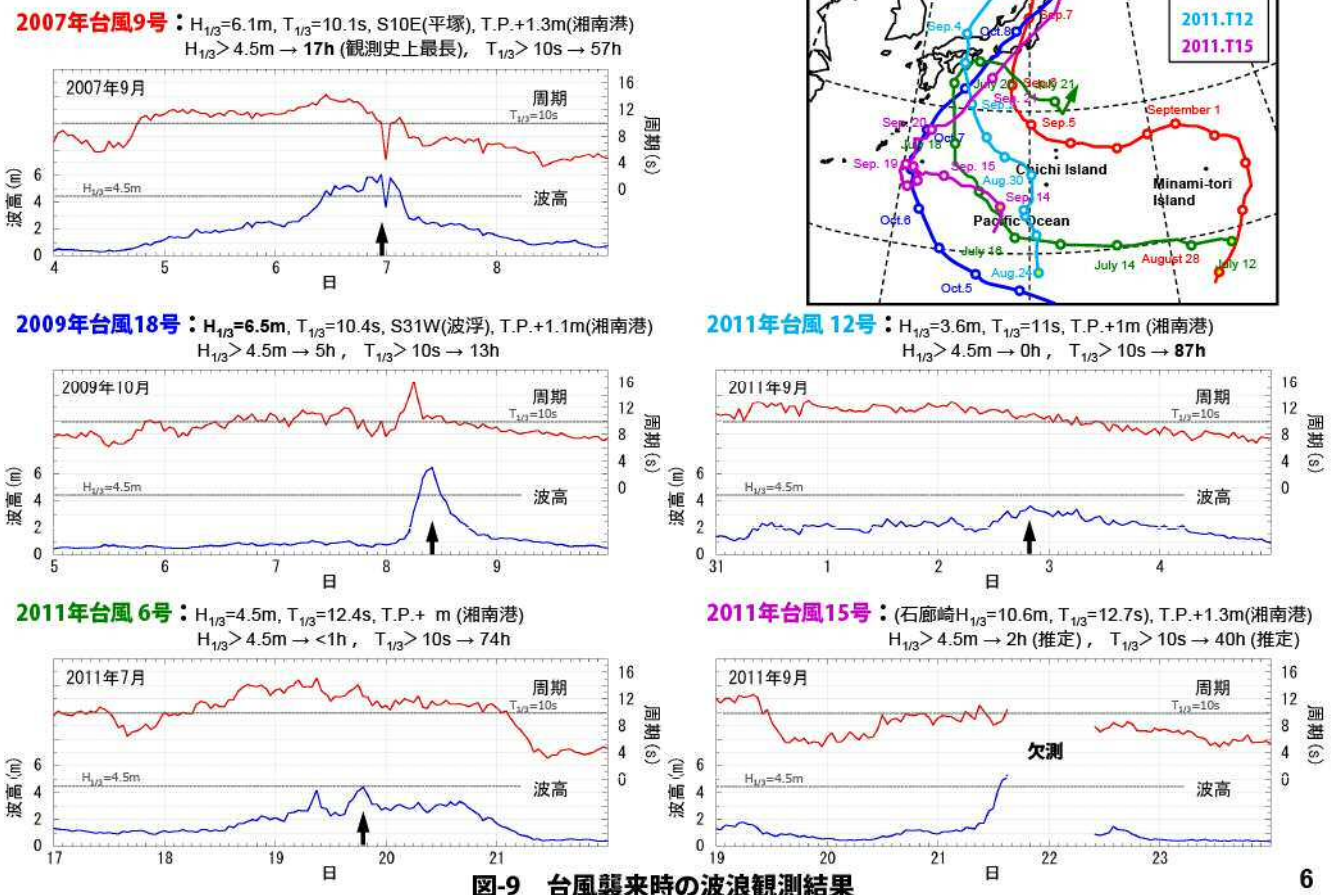


図-8 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果 (2005年1月1日~2011年12月31日)

5

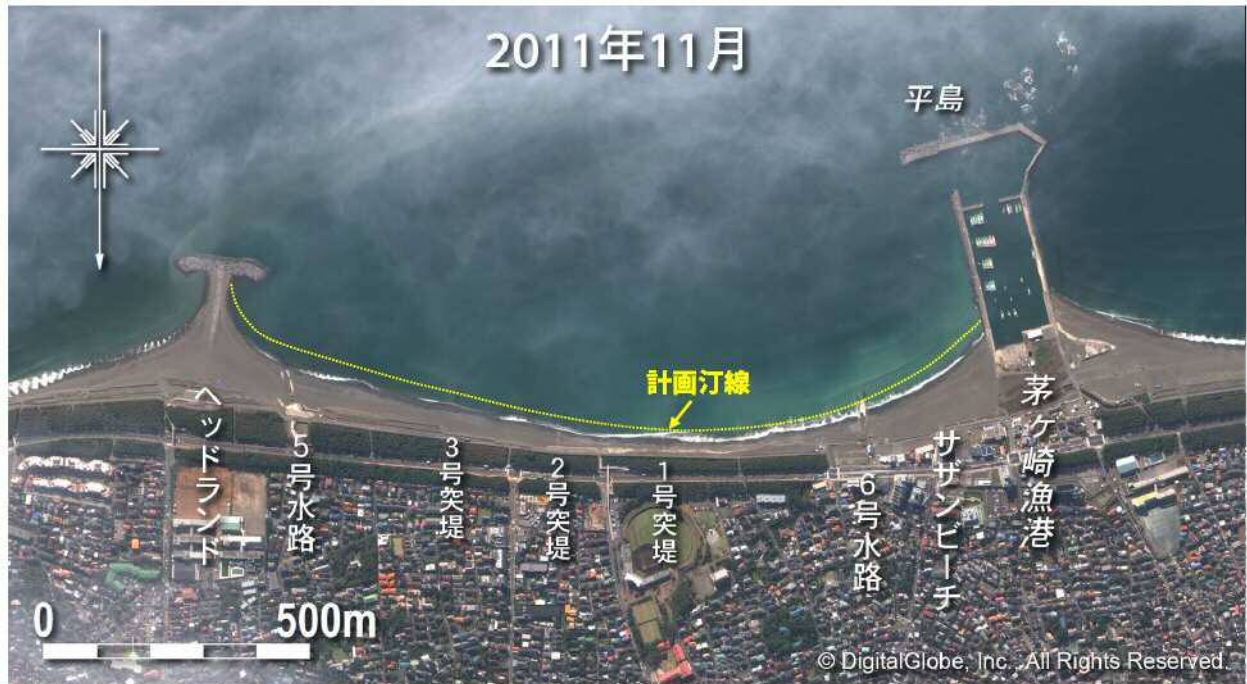
2 養浜後の来襲波浪



6

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. 0.0m
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.-0.5m
2011年 3月 4日 10:26	T.P.-0.44m
2011年11月 1日 11:10	T.P.+0.33m

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

7

3 養浜後の地形変化

(1) 海岸の変化

経年的に砂浜は回復している。



図-11 空中写真による海岸の経年変化

8

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化 全域で汀線前進。2011年3月までの汀線前進量は、1号突堤付近から6号水路間 (L=400m) で約15m (2005年10月基準)。

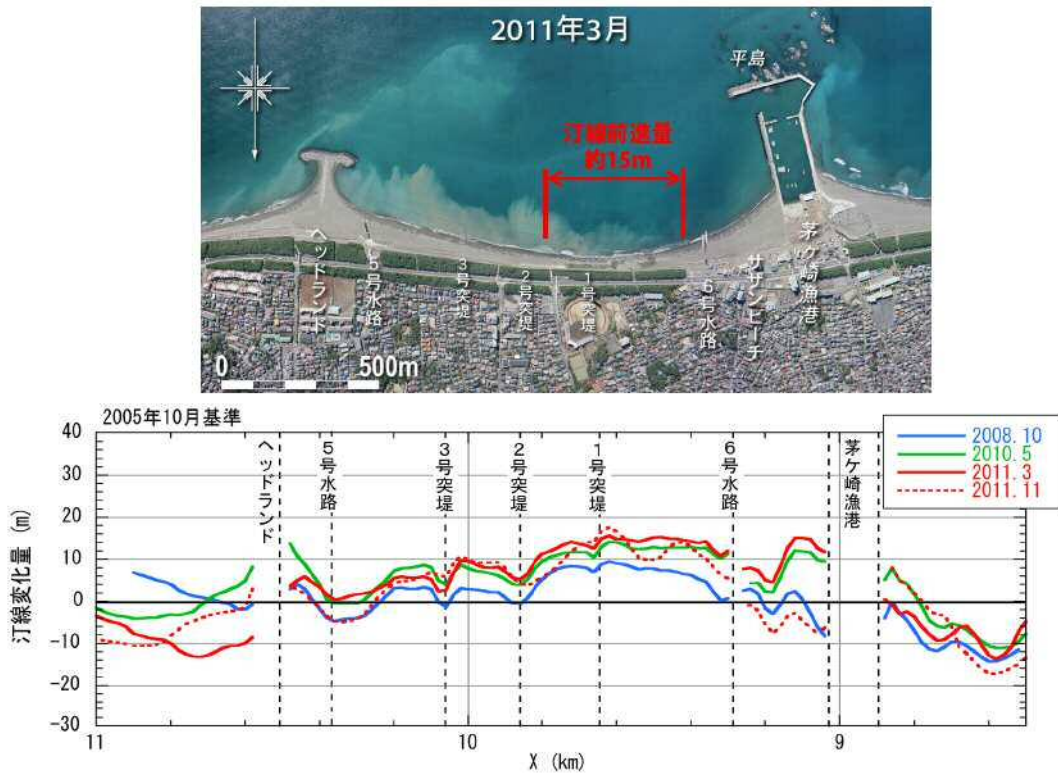


図-12 茅ヶ崎中海岸の汀線変化量 (2005年基準)

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

湘南海岸全域 (相模川～江の島) では、茅ヶ崎中海岸で著しく汀線前進。

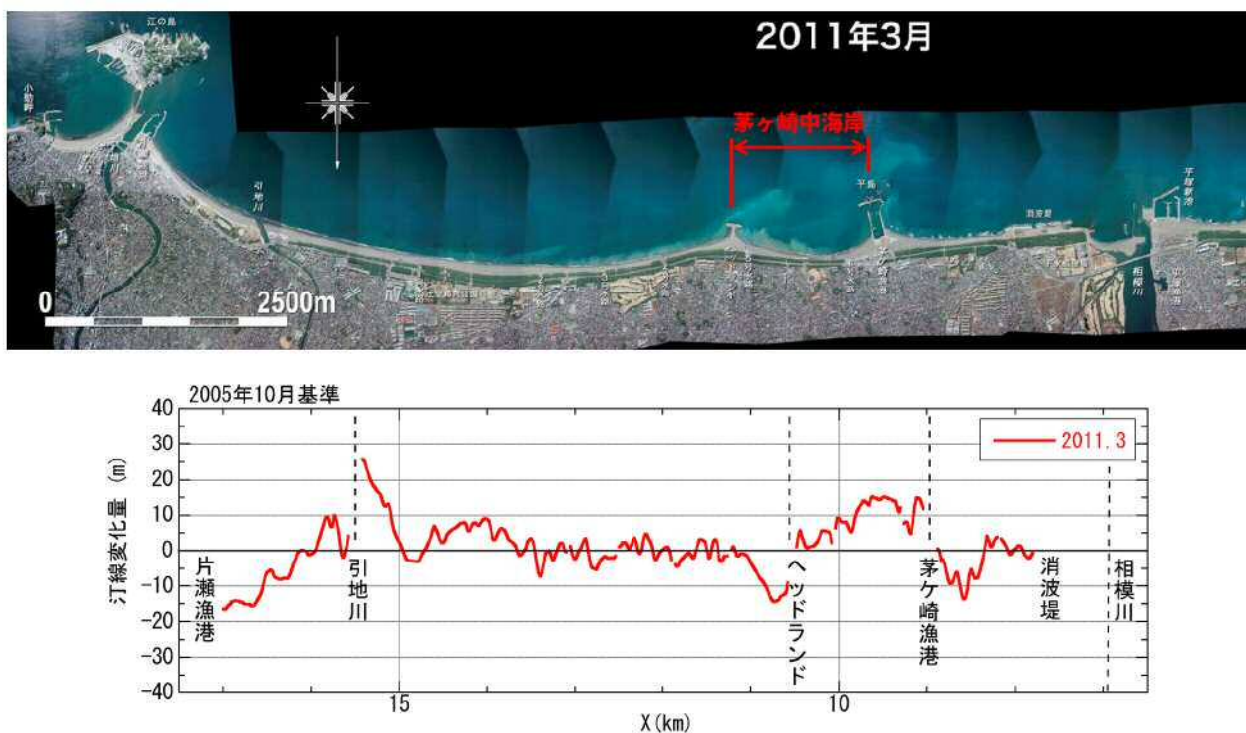


図-13 湘南海岸全域の汀線変化量 (2005年基準)

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

砂浜が最も狭い海岸中央部では、浜幅が40m程度まで回復。

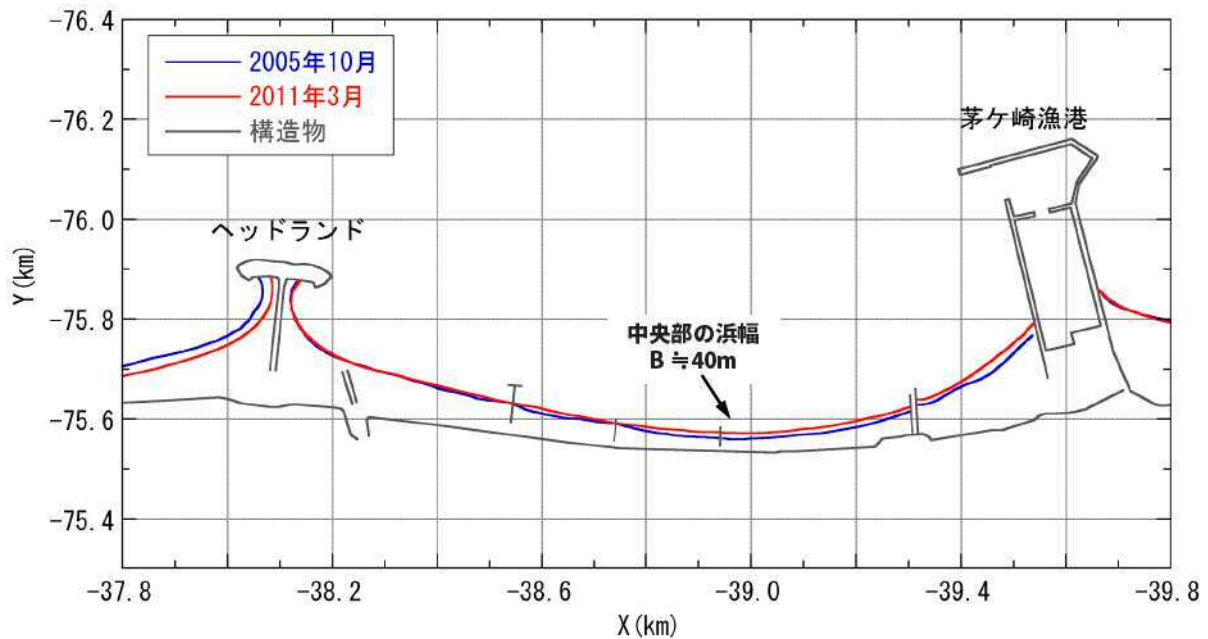


図-14 汀線の重ね合わせ

3 養浜後の地形変化

(3) 実績養浜量と海浜面積変化量

海浜面積変化量：2005年10月～2011年3月（台風15号前）までの茅ヶ崎中海岸全域（約1.4km）の海浜面積変化量は1.3万 m^2 。体積に換算すると約13万 m^3 。

養浜量：2006年以降の養浜総量は約16万 m^3 。

沿岸漂砂量：2005年10月～2011年3月間にヘッドランドを越えて東側へ移動する漂砂量（0.5万 m^3/yr ）は約2.7万 m^3 。

養浜材は計画通りに海浜に寄与している。 養浜総量約16万 m^3 - 漂砂量約2.7万 m^3 ≒ 約13万 m^3

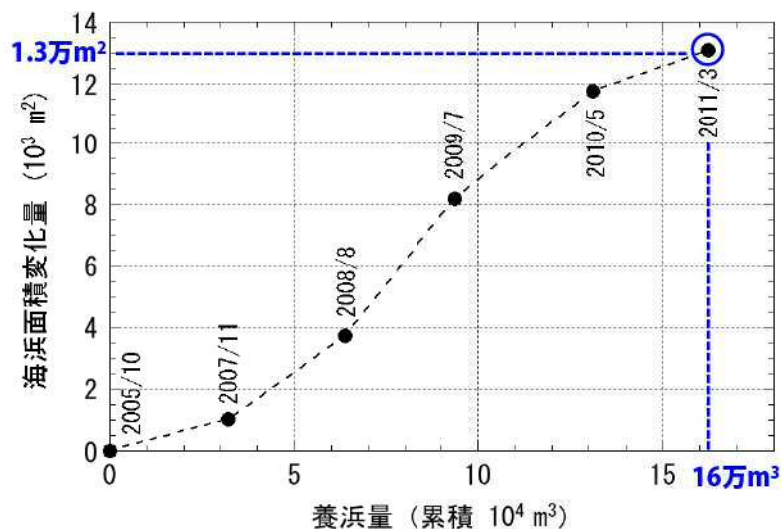


図-15 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量の関係（2005年基準）

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

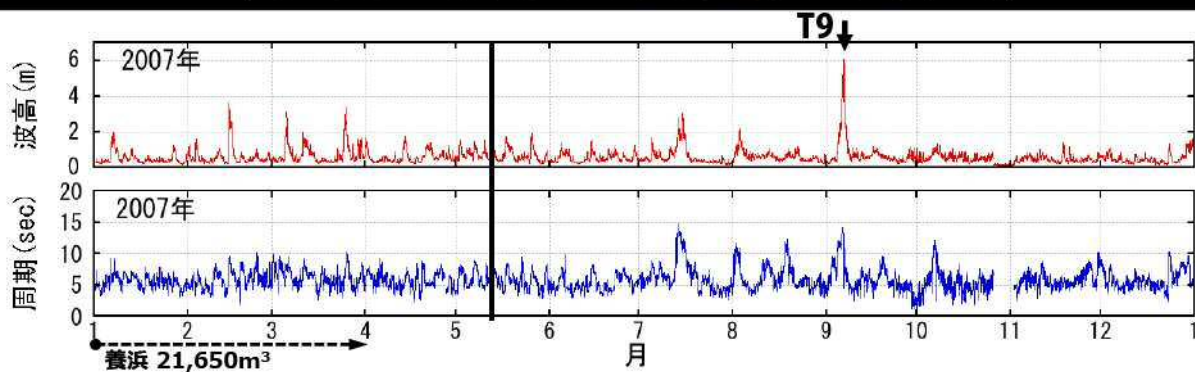


撮影開始：2007年1月30日～
 撮影時間：6時～18時/日 毎正時50秒
 解析方法：T.P.±0m, H<0.5mの連続撮影時間の平均化

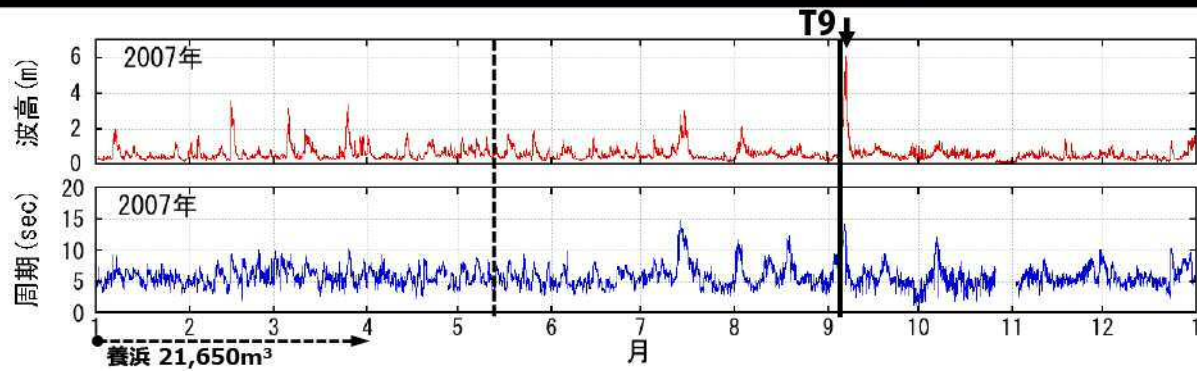
図-16 定点カメラの設置地点の撮影範囲

※養浜前後、夏季、高波浪前後、礫の露出に注目して画像を抽出。

定点写真開始時

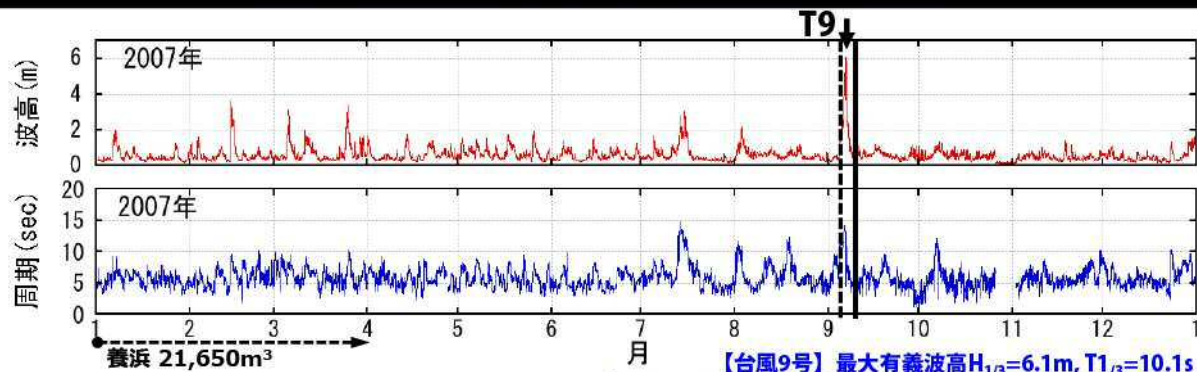


高波浪前 (台風9号)



15

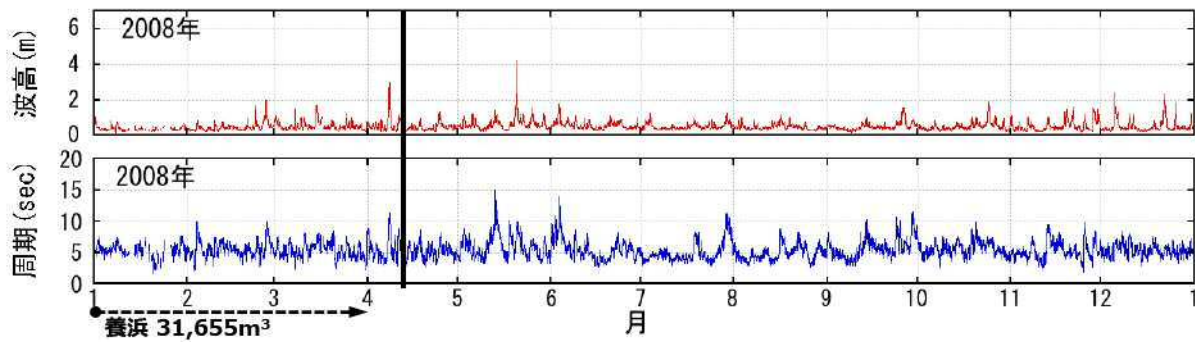
高波浪後 (台風9号)



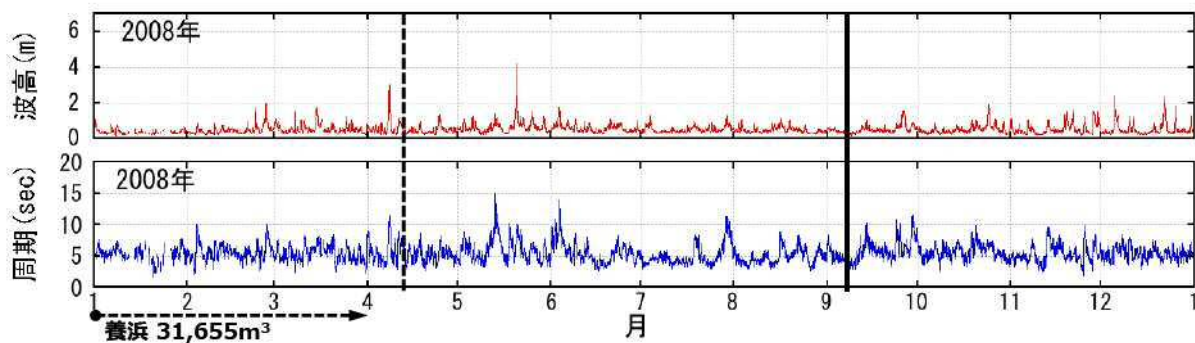
【台風9号】 最大有義波高 $H_{1/3}=6.1\text{m}$, $T_{1/3}=10.1\text{s}$
 ($H=4.5\text{m}$ 以上の継続時間17h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間57h)

16

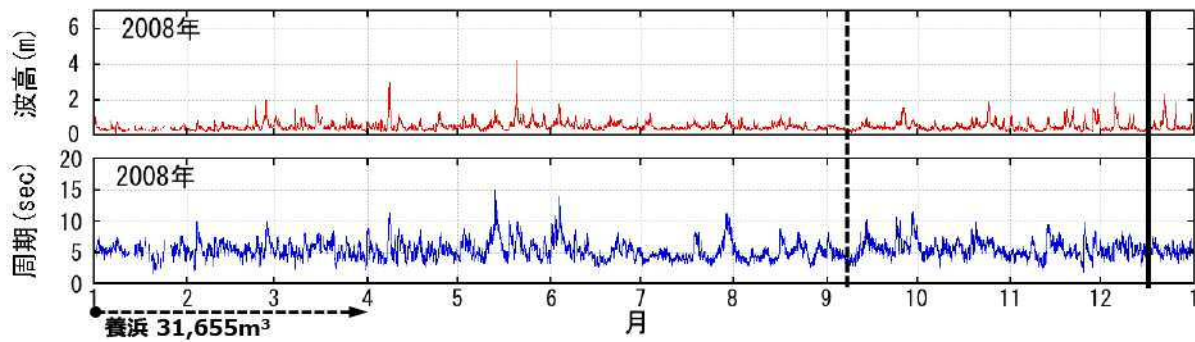
養浜後



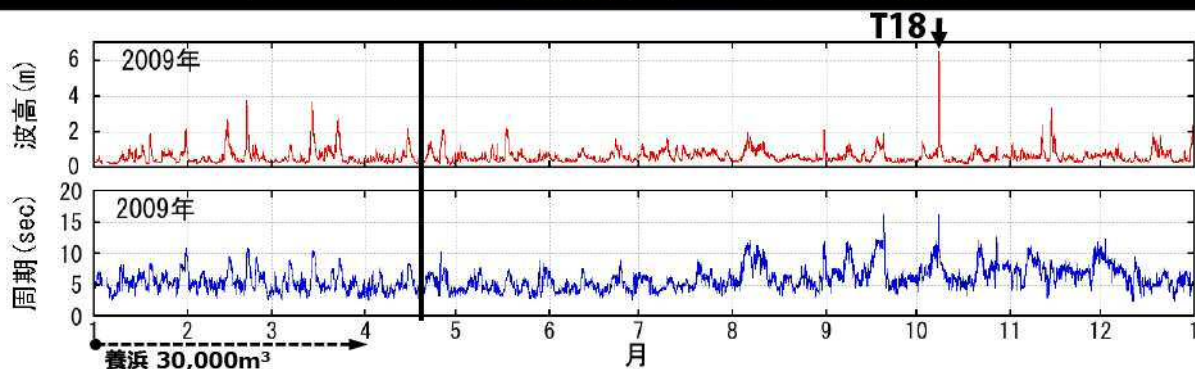
夏季



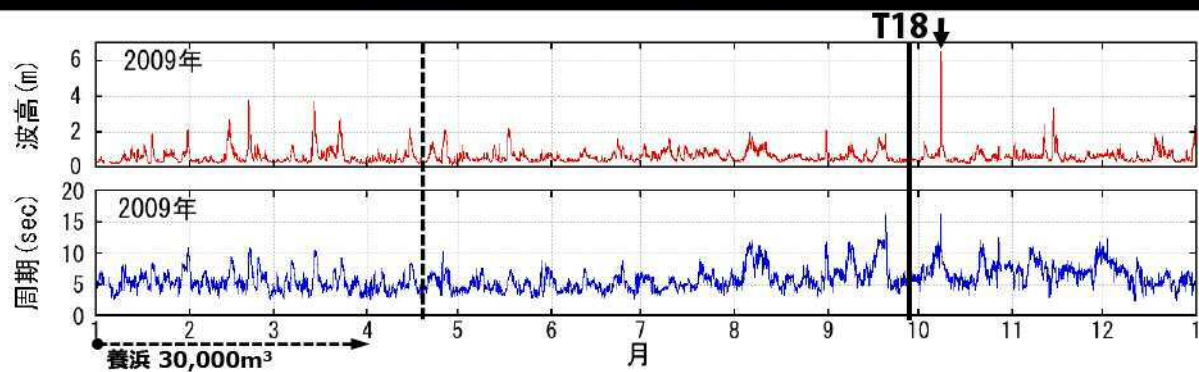
養浜前



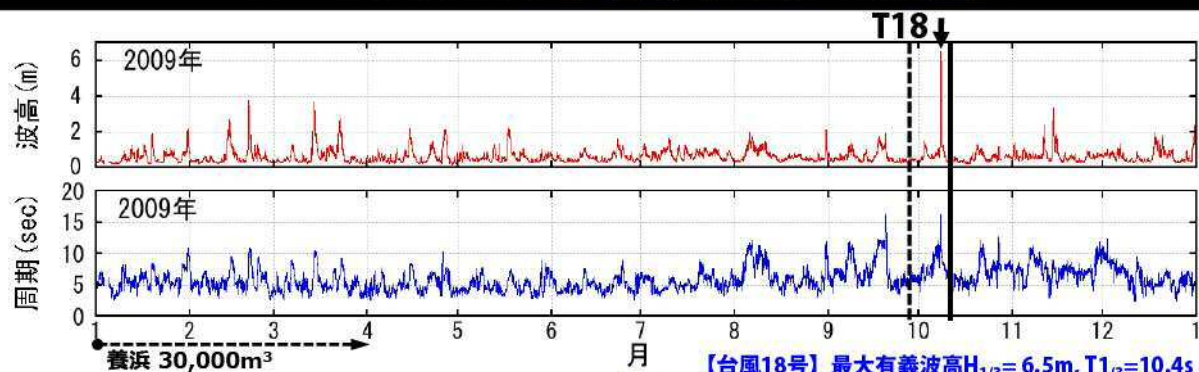
養浜後



高波浪前 (台風18号)



高波浪後 (台風18号)



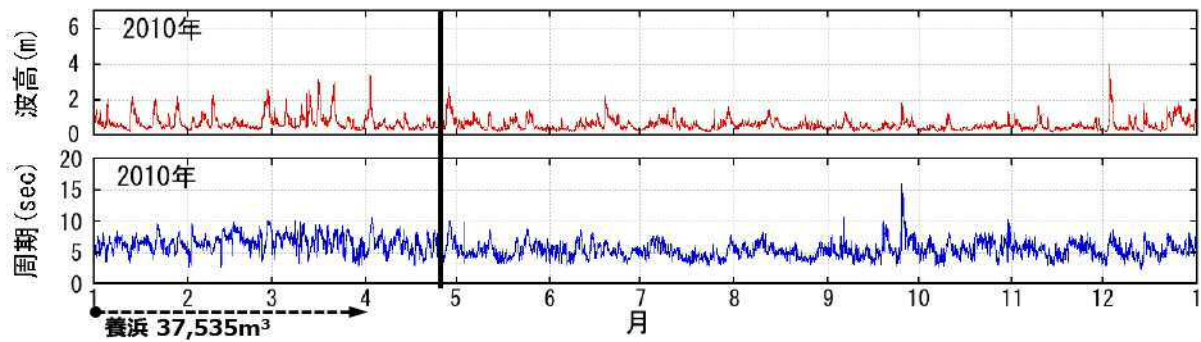
【台風18号】最大有義波高 $H_{1/3}=6.5\text{m}$, $T_{1/3}=10.4\text{s}$
($H=4.5\text{m}$ 以上の継続時間6h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間10h)

養浜後



2010年4月26日 (養浜後)

T.P.-0.09



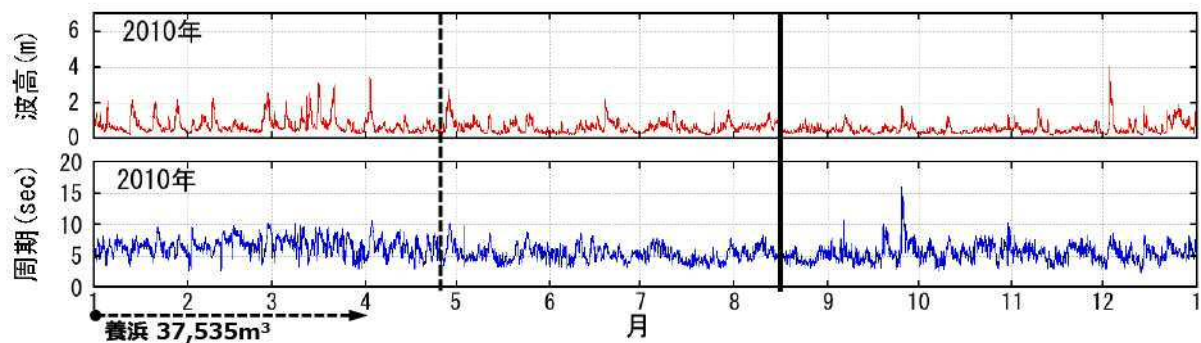
23

夏季



2010年8月17日

T.P.+0.24



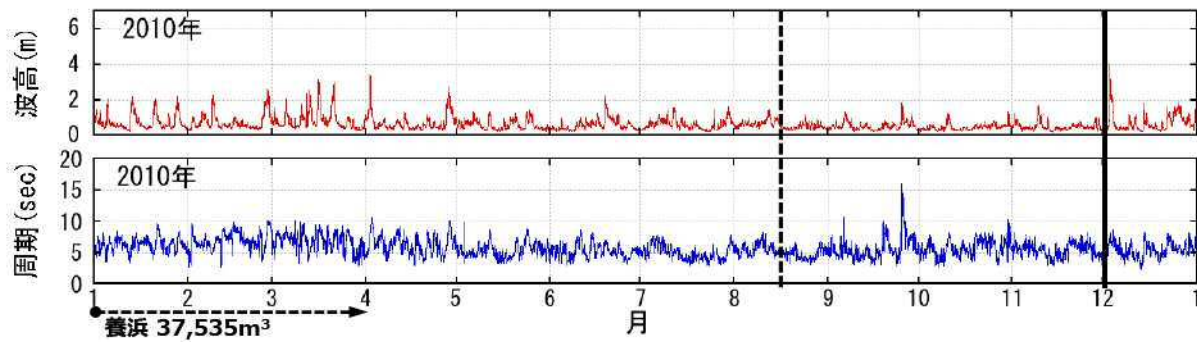
24

高波浪前



2010年12月2日 (高波浪来襲前)

T.P.0.00

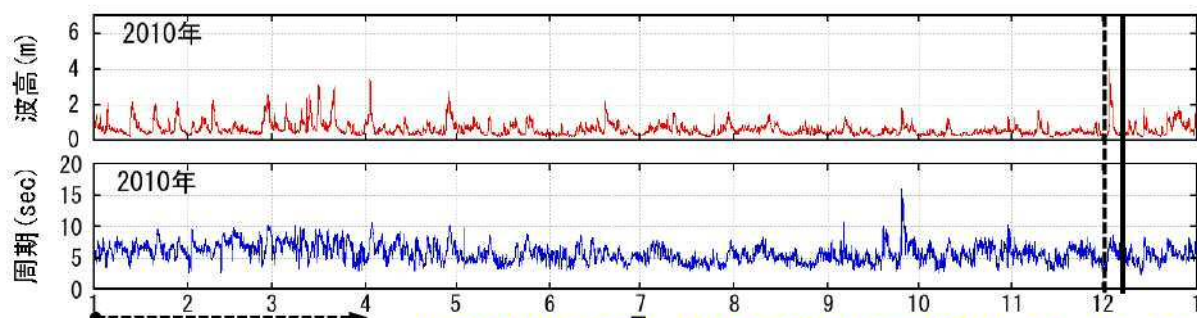


高波浪後



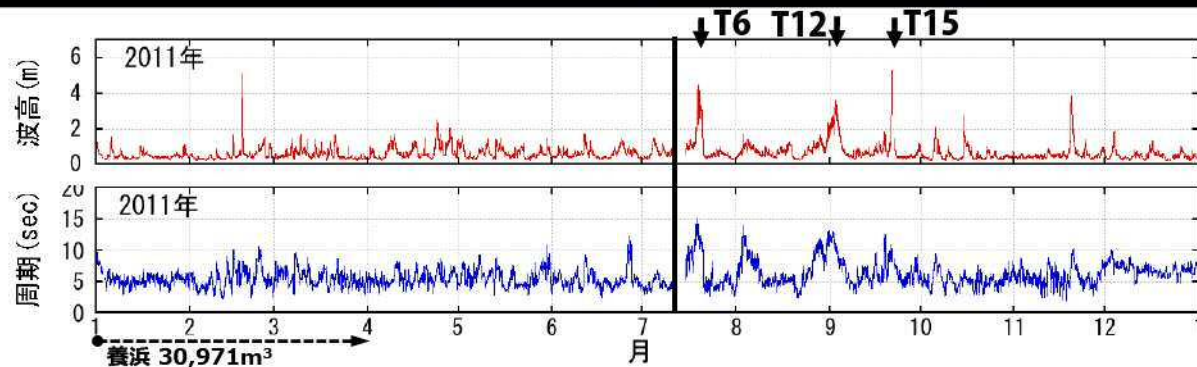
2010年12月7日 (高波浪来襲後)

T.P.+0.08

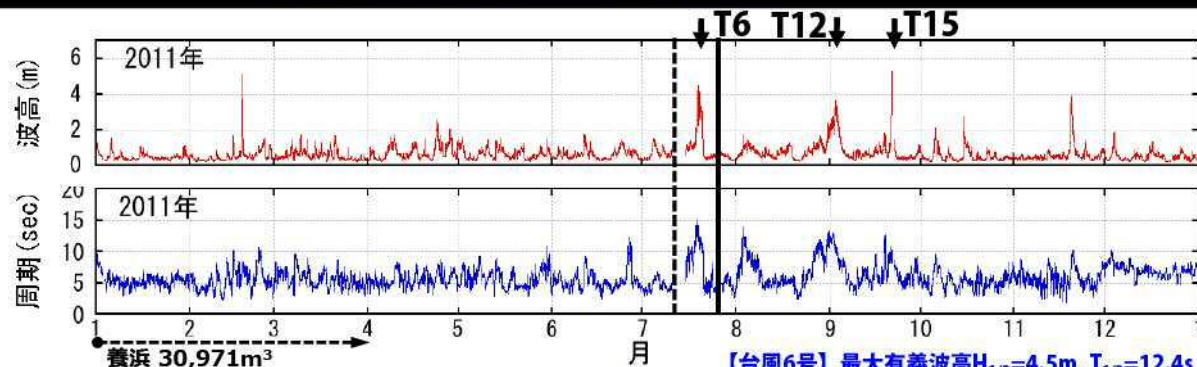


【高波浪作用】 12月2日～7日間の高波浪の最大有義波高 $H_{1/3}=4.1\text{m}$, $T_{1/3}=6.1\text{s}$
 ($H=4.4\text{m}$ 以上の継続時間0h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間0h)

高波浪前 (台風6号)

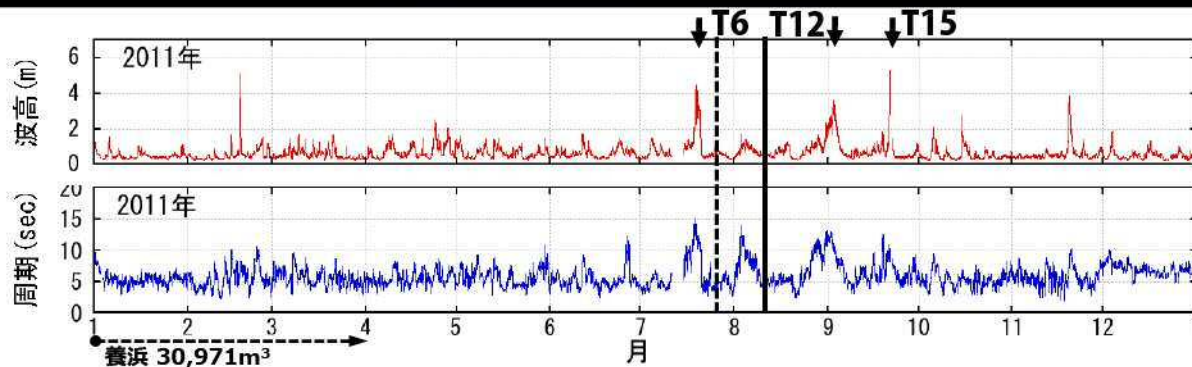


高波浪後 (台風6号)

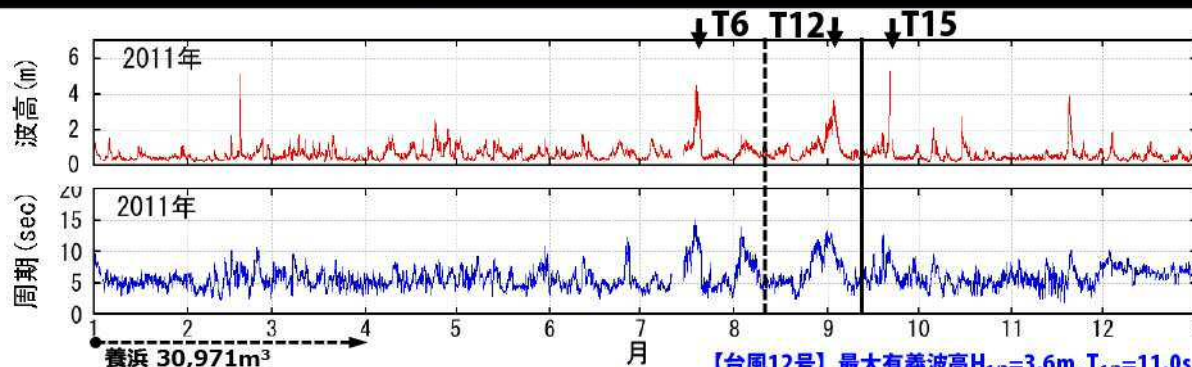


【台風6号】最大有義波高 $H_{1/3}=4.5\text{m}$, $T_{1/3}=12.4\text{s}$
 ($H=4.5\text{m}$ 以上の継続時間1h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間74h)

高波浪前 (台風12号)

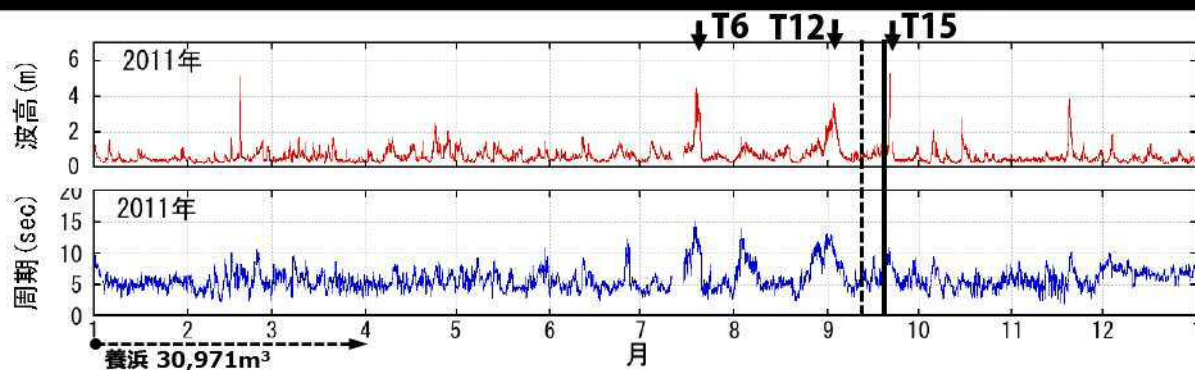


高波浪後 (台風12号)

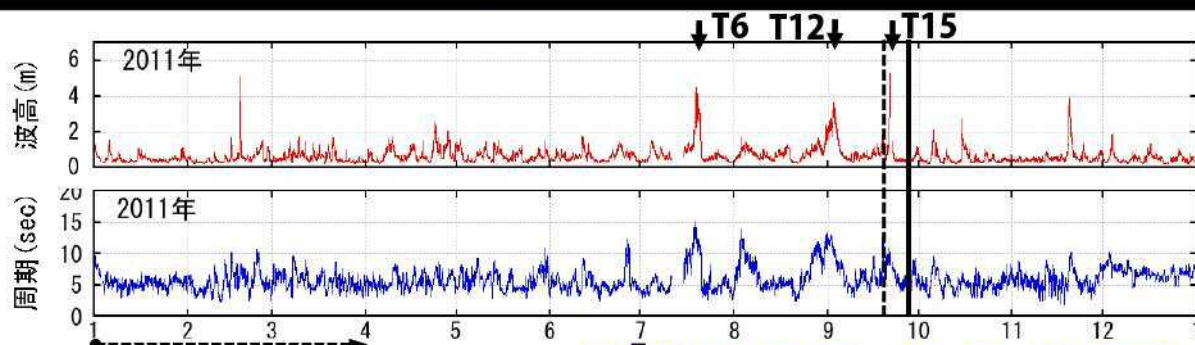


【台風12号】最大有義波高 $H_{1/3}=3.6\text{m}$, $T_{1/3}=11.0\text{s}$
 ($H=4.5\text{m}$ 以上の継続時間0h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間87h)

高波浪前 (台風15号)

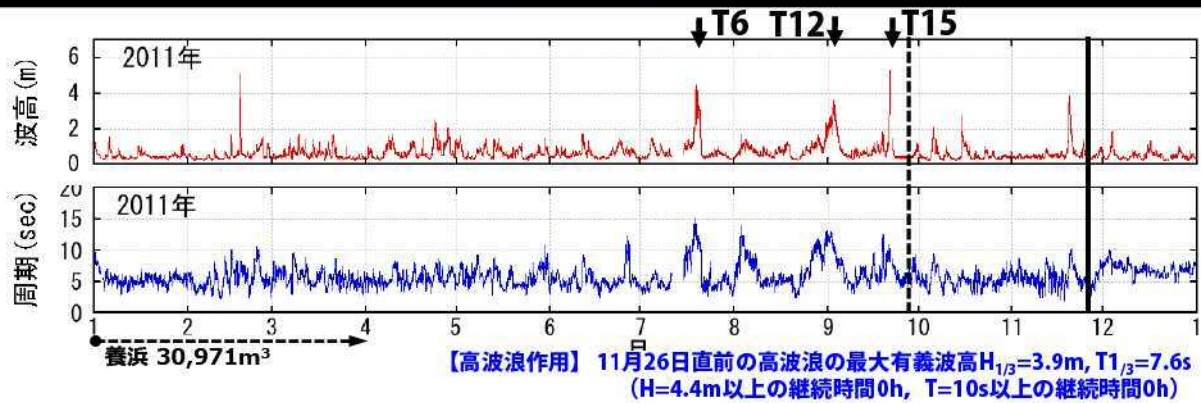


高波浪後 (台風15号)



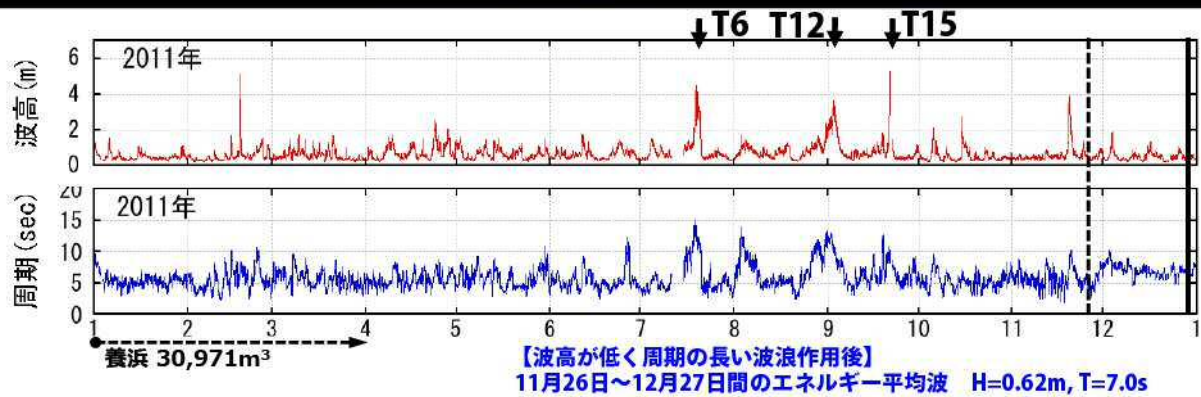
【台風12号】最大有義波高 $H_{1/3}=10.6\text{m}$, $T_{1/3}=12.8\text{s}$ (石廊崎)
 (推定: $H=4.5\text{m}$ 以上の継続時間2h, $T=10\text{s}$ 以上の継続時間40h)

高波浪後



33

砂が礫を覆う

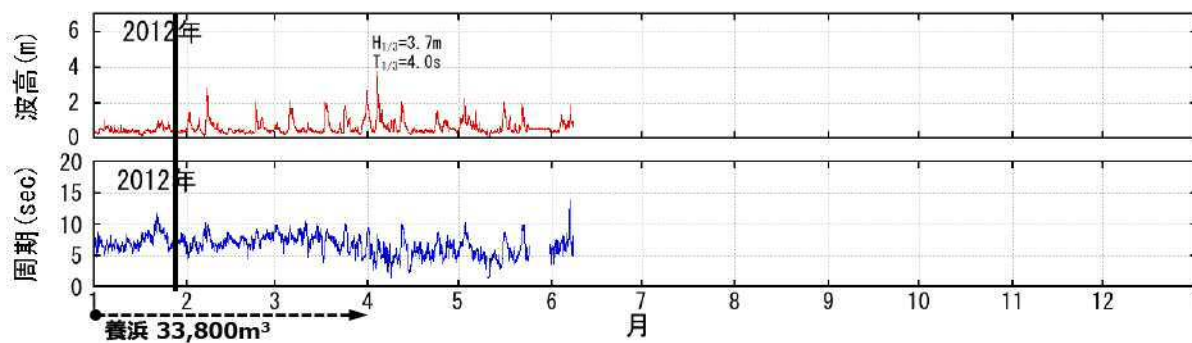


34

養浜前



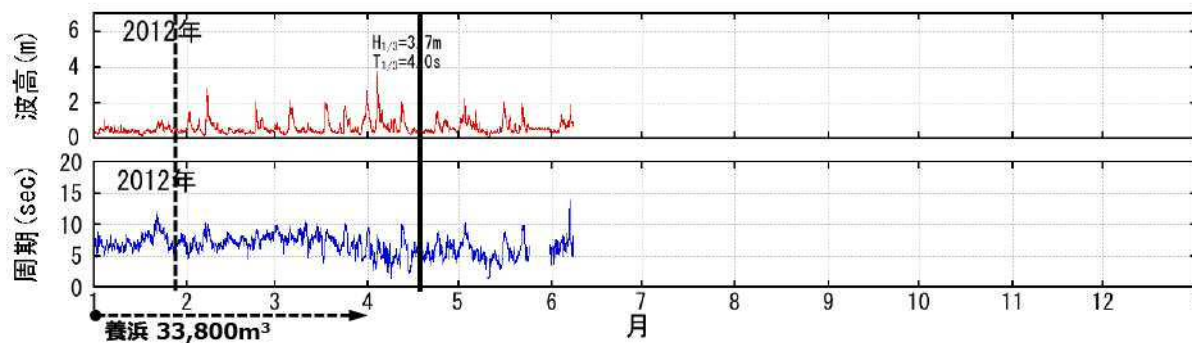
2012年1月29日 (養浜前)



養浜後



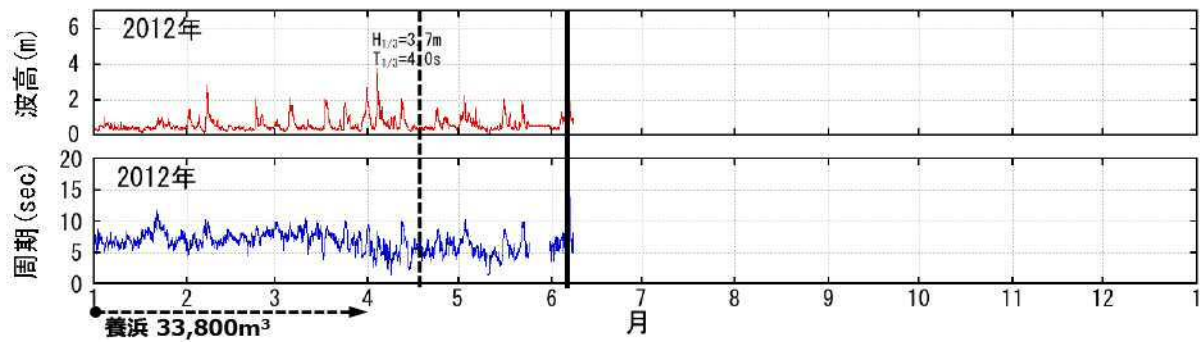
2012年4月18日 (養浜後)



最近の状況



2012年6月5日



37

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

観測開始時に比べて、汀線が前進し、砂浜の地盤高が高くなった。



図-17 定点写真の平均化画像 2007年5月12日
M.S.L.



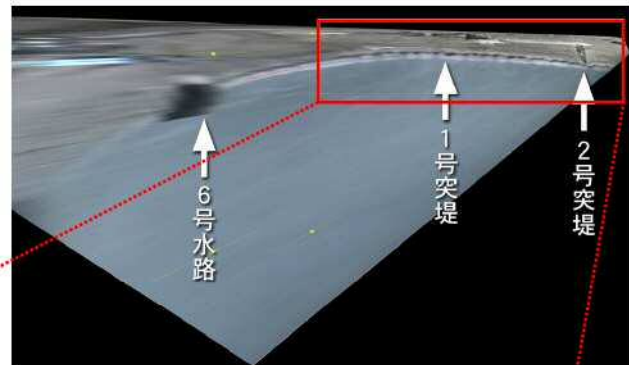
図-18 定点写真 2011年6月5日
M.S.L.

38

3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

定点撮影カメラ画像の幾何補正と解析範囲



3 養浜後の地形変化

(4) 定点カメラ画像の解析

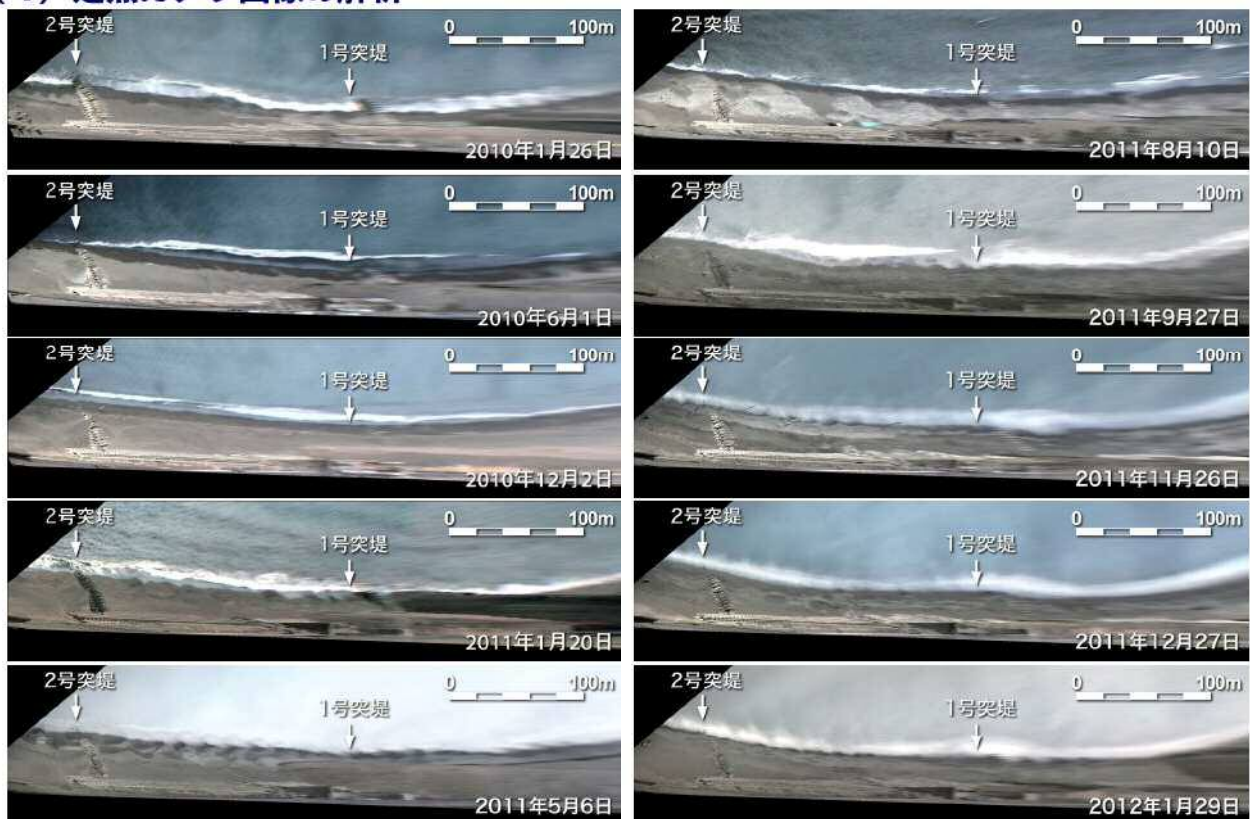


図-19 幾何補正後の画像 (2010年1月~2012年1月)

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

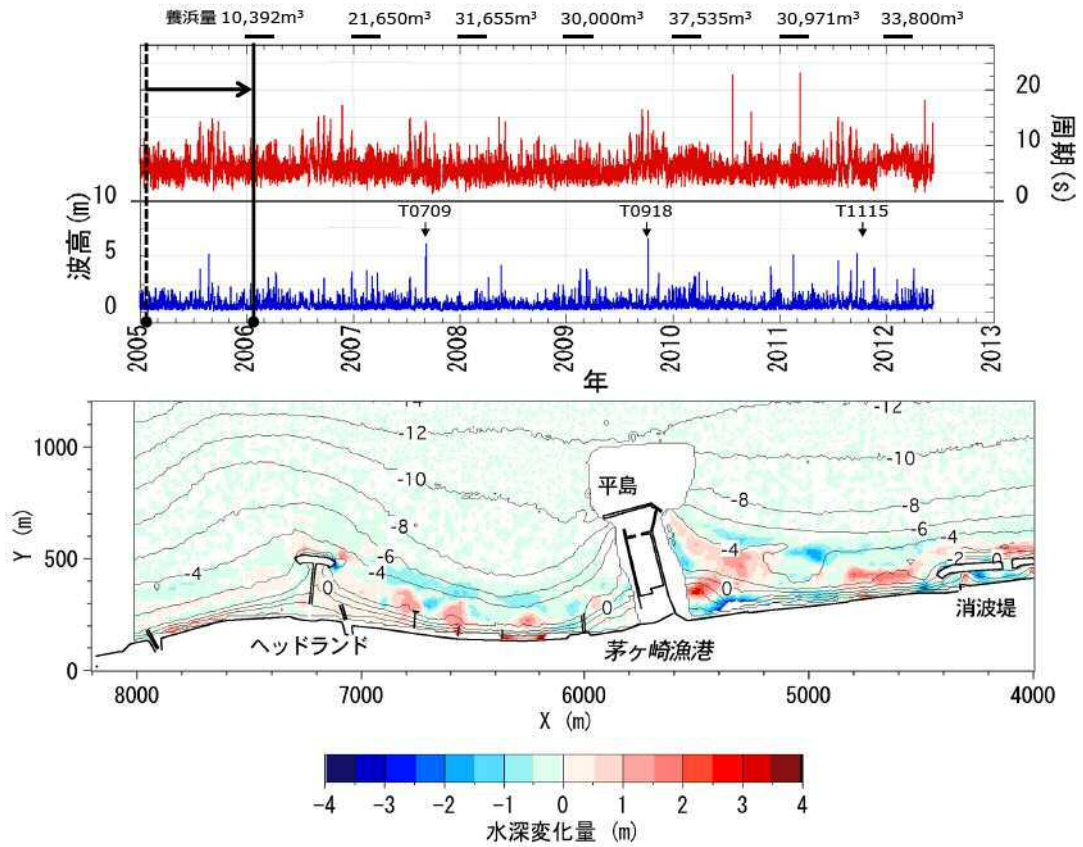


図-22 地形変化量：2005.2-2006.2

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

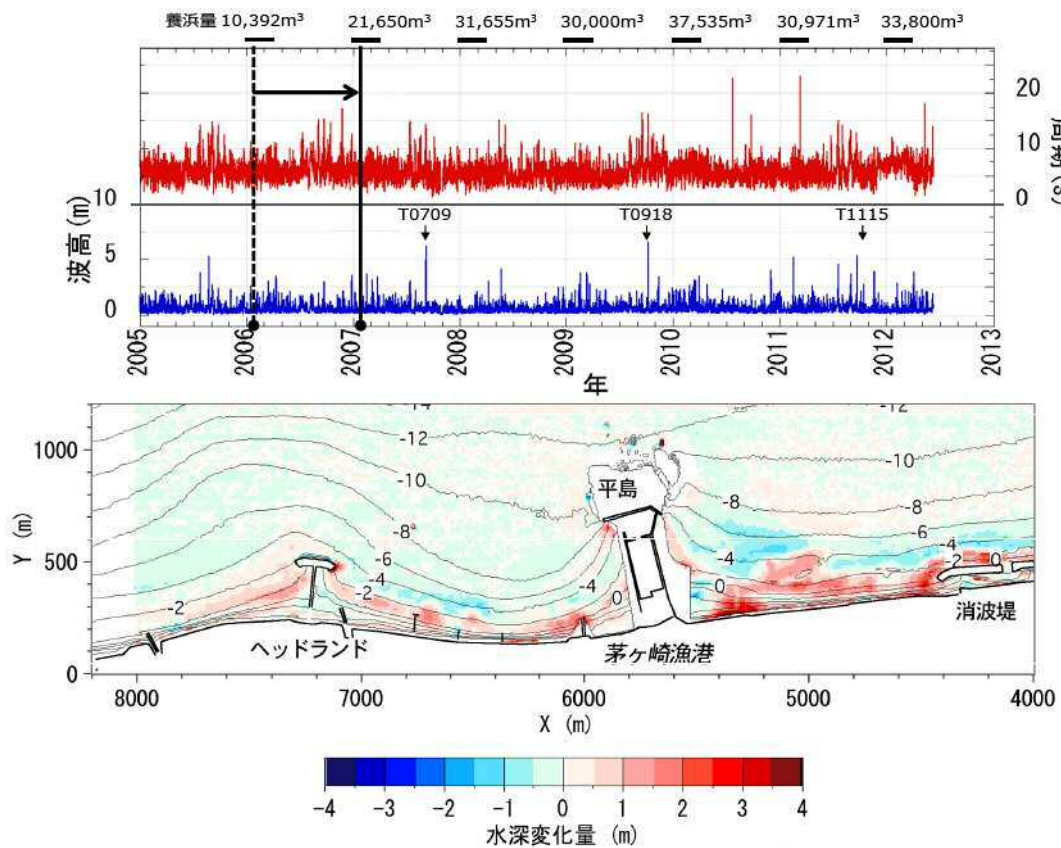


図-23 地形変化量：2006.2-2007.2

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

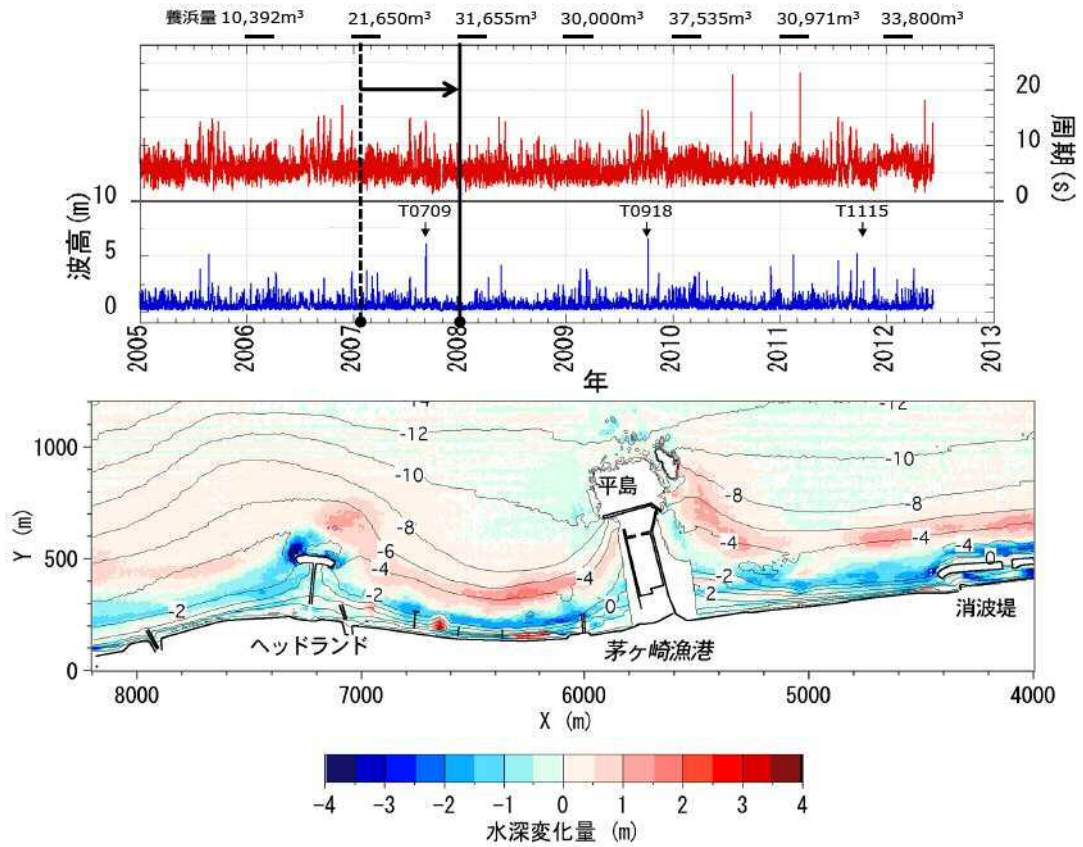


図-24 地形変化量：2007.2-2008.1

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

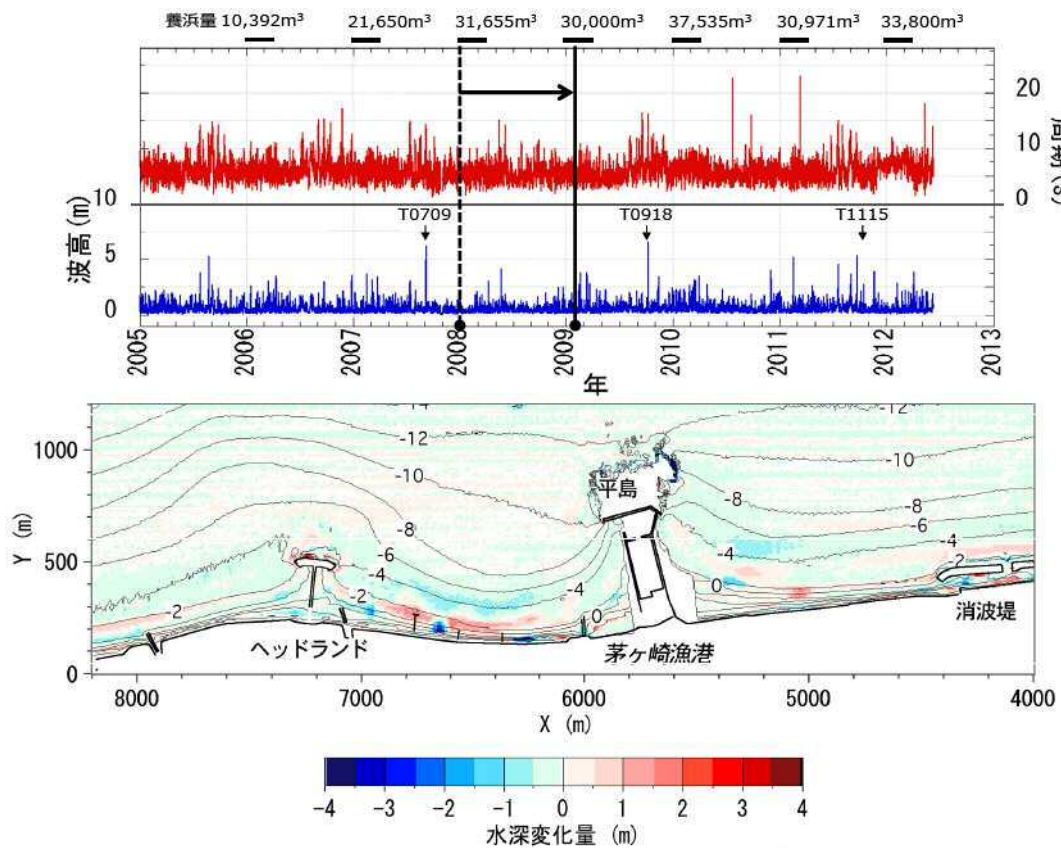


図-25 地形変化量：2008.1-2009.2

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

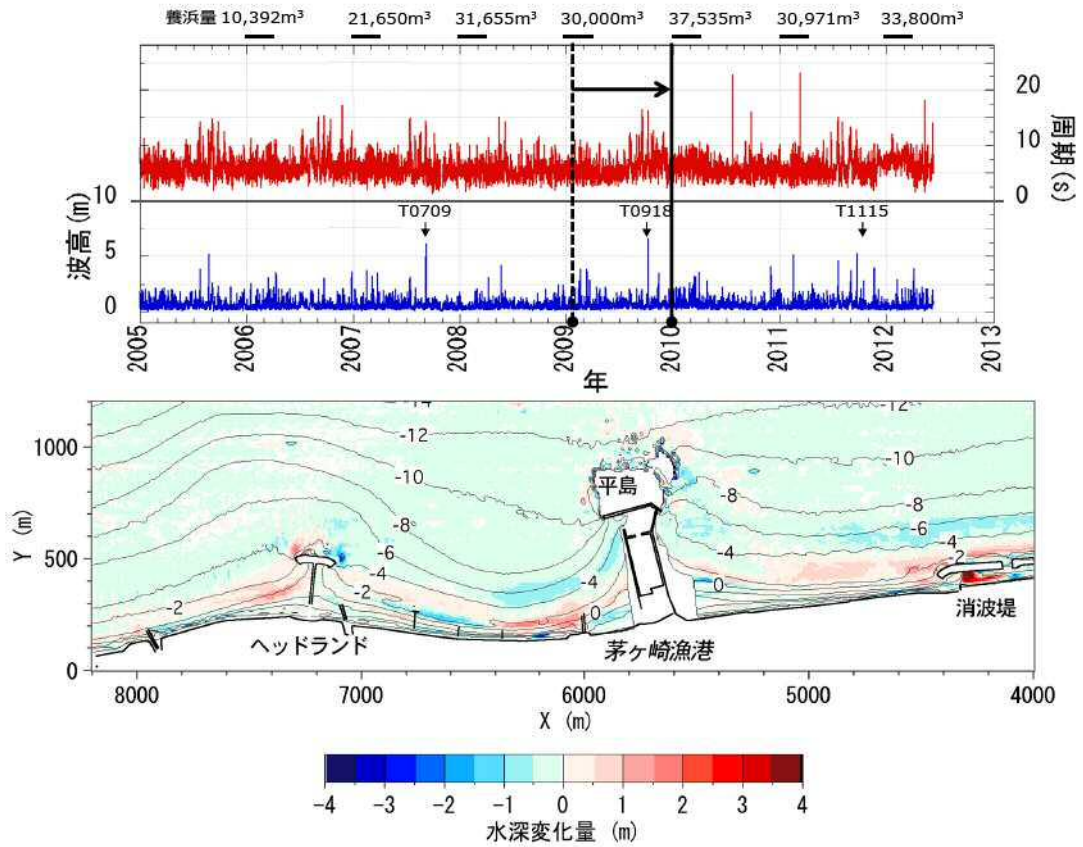


図-26 地形変化量：2009.2-2010.1

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

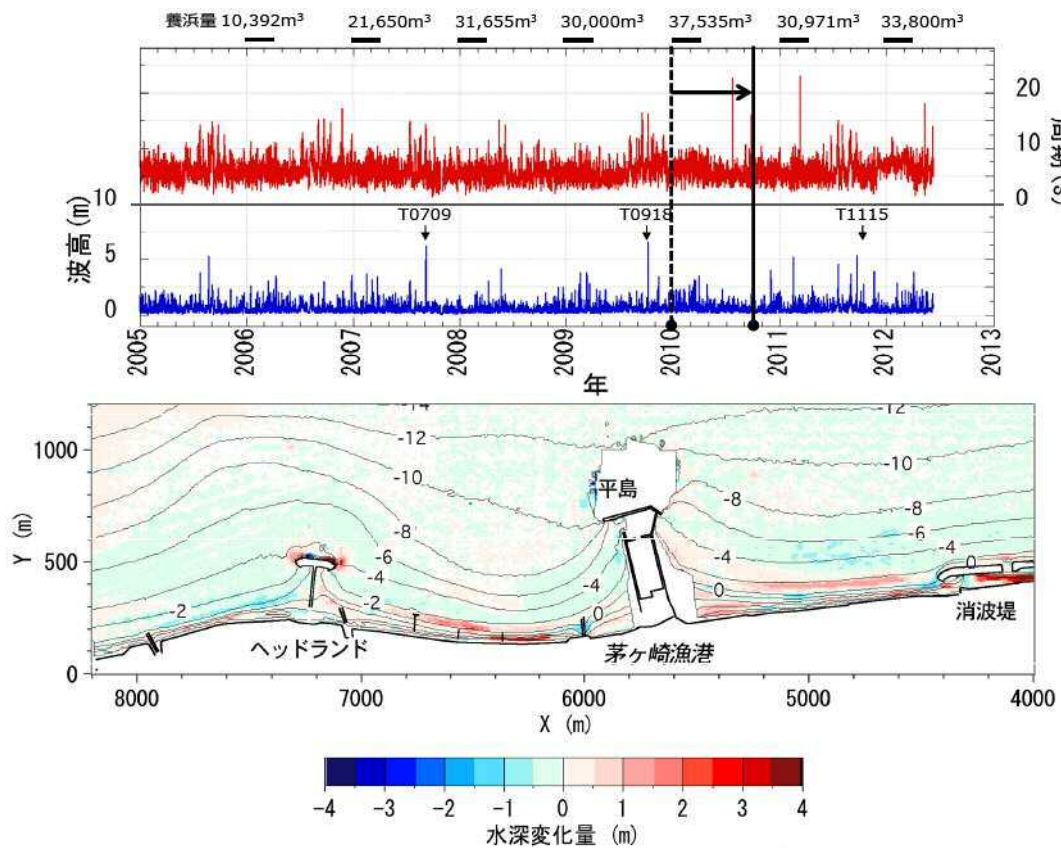


図-27 地形変化量：2010.1-2010.10

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

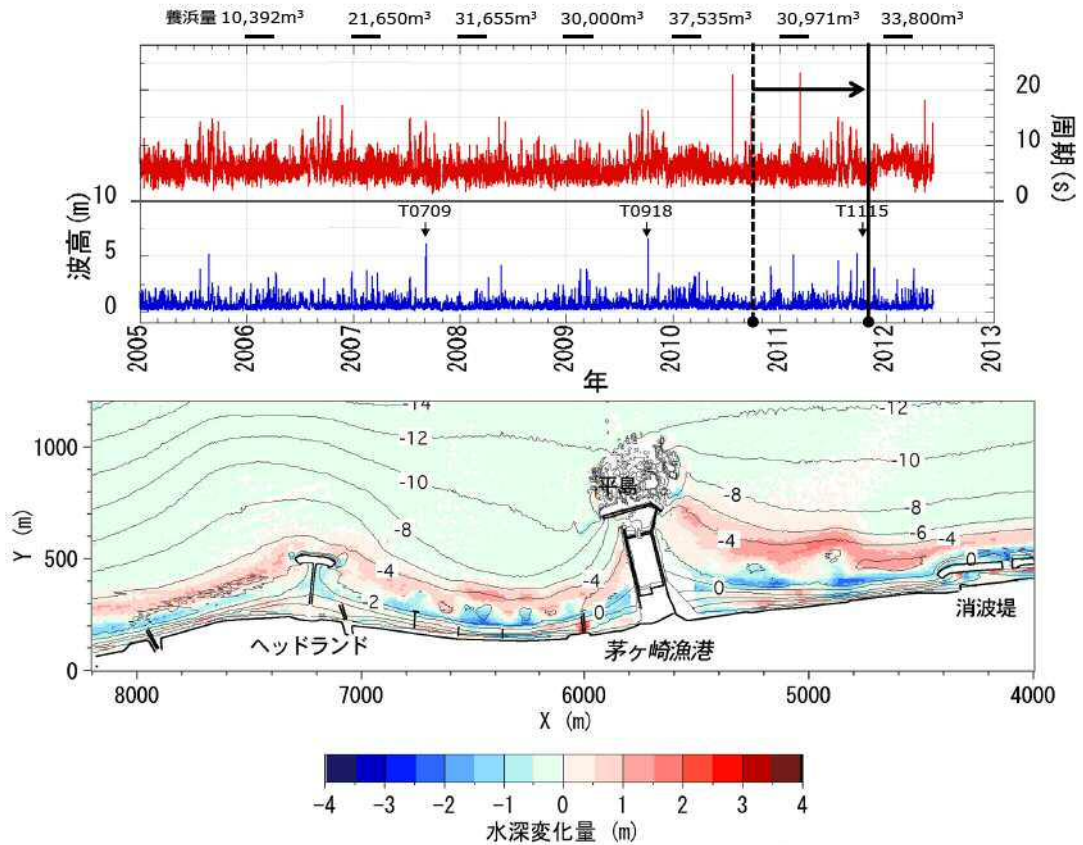


図-28 地形変化量：2010.10-2011.11

3 養浜後の地形変化

(6) 中海岸の地形変化

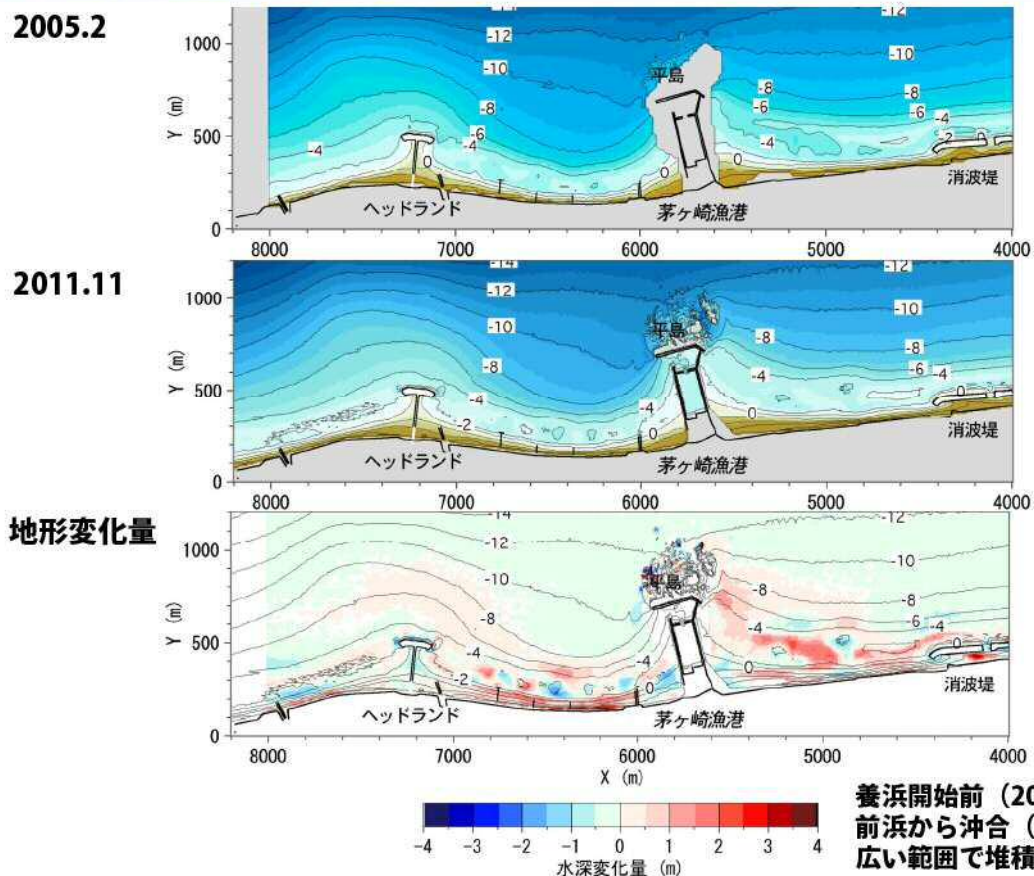


図-29 養浜開始前後の地形変化量：2005.2-2011.11

3 養浜後の地形変化

(6) 海浜縦断形の変化

海岸中央部の浜幅は約40m（約15mの汀線前進）。
台風9号襲来後の急深な地形が緩勾配の地形に戻りつつ
あった状態において、台風15号襲来により再び急深な地形
に変化した。

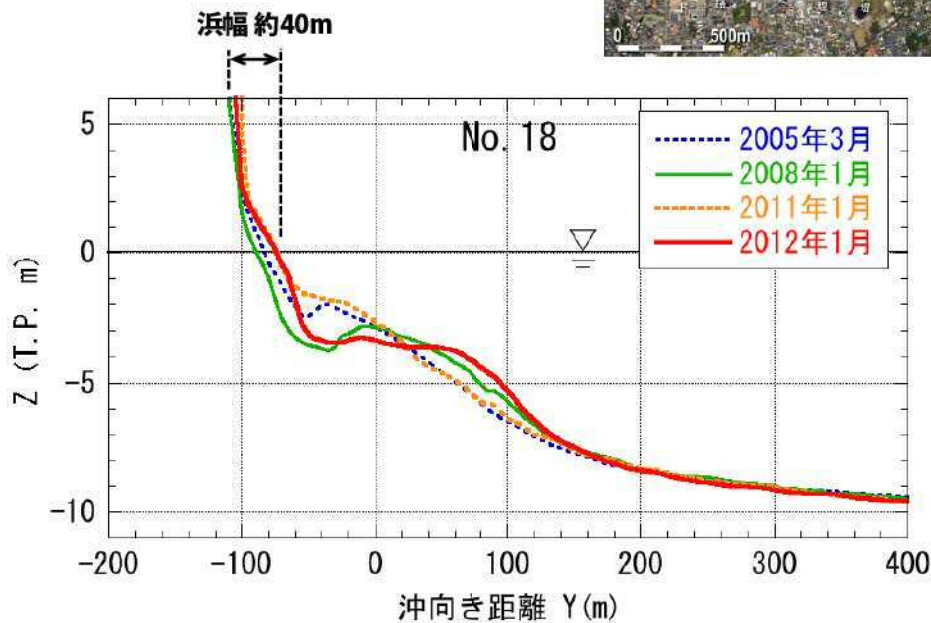


図-30 海浜縦断形の変化 (No.18)

3 養浜後の地形変化

(7) 海浜縦断形の変化

6号水路東側近傍の浜幅は約55m（約15mの汀線前進）。
No.18と同様に、台風9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状態において、台風15号襲来により
再び急深な地形に変化した。

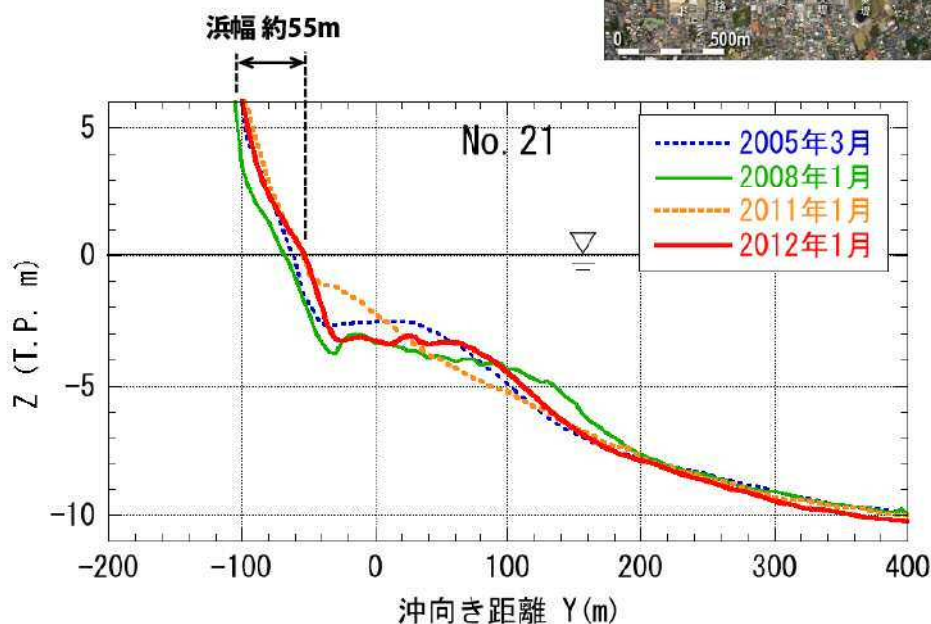


図-31 海浜縦断形の変化 (No.21)

4 海浜の質的变化

(1) 底質の水深方向分布の変化

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。

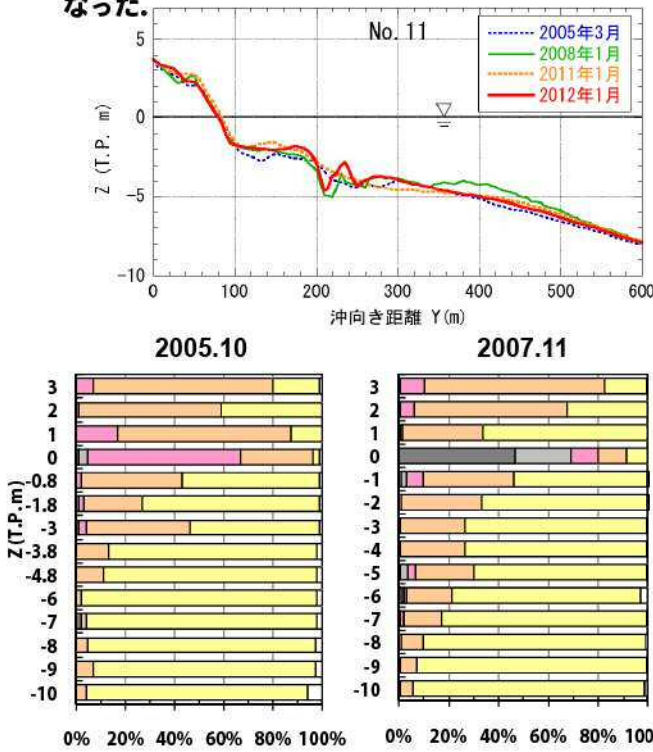


図-32 底質の変化 (No.11)

4 海浜の質的变化

(1) 底質の水深方向分布の変化

海岸中央部では、他の測線に比べて前浜に礫が多い。

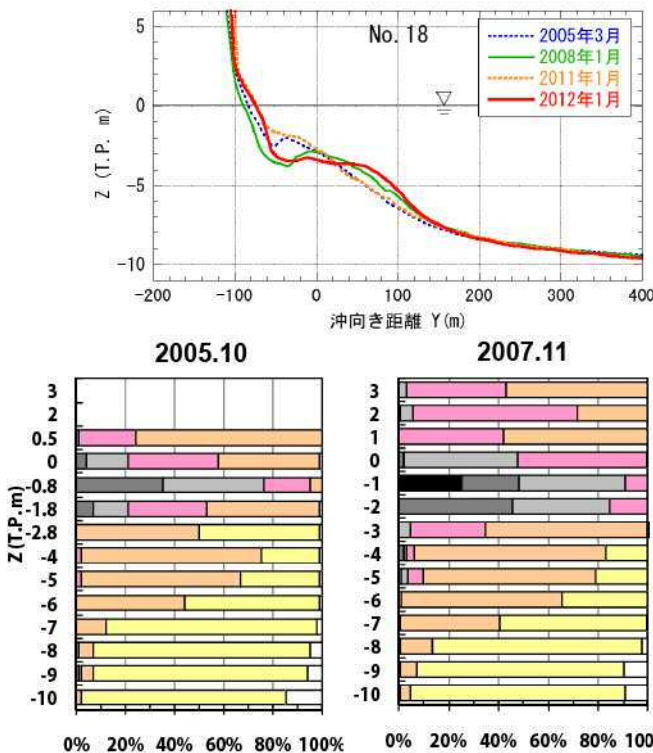


図-33 底質の変化 (No.18)

4 海浜の質的变化

(1) 底質の水深方向分布の変化

ヘッドランド西側でも、前浜に礫がみられるようになった。

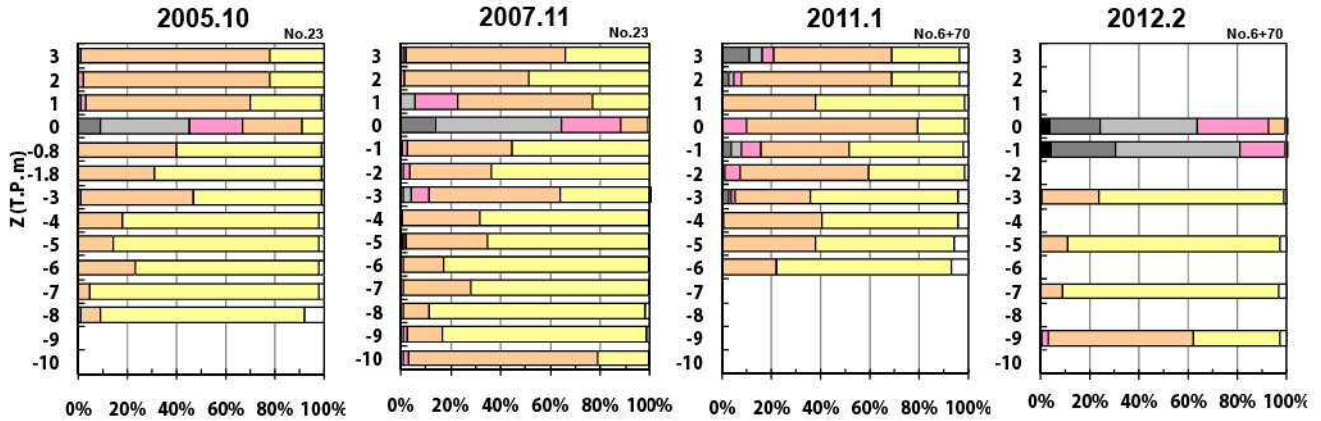
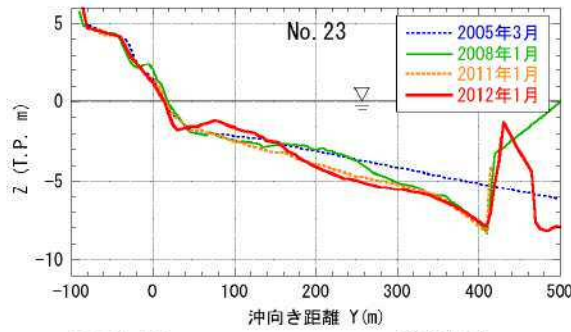
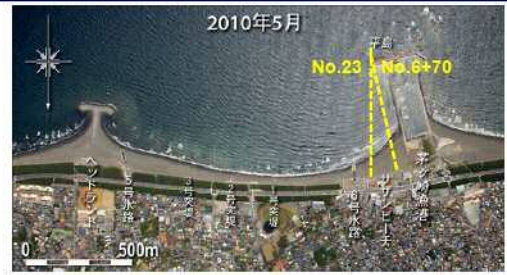


図-34 底質の変化 (No.23, iNo.6+70)

4 海浜の質的变化

(2) 前浜の質的变化

2009年に確認された大きな礫は、2010年にはほとんどみられなかったが、2011年には、台風6号襲来後に再び汀線付近に確認された。

2009年10月20日



2011年7月21日

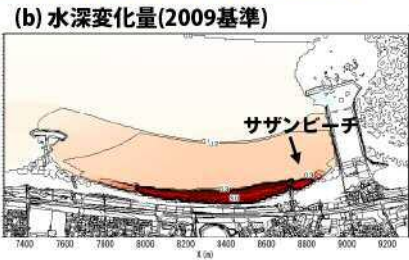
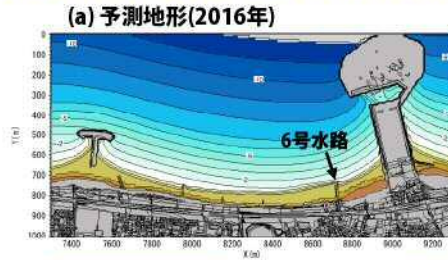


図-35 前浜の礫の分布変化 (2009年, 2011年)

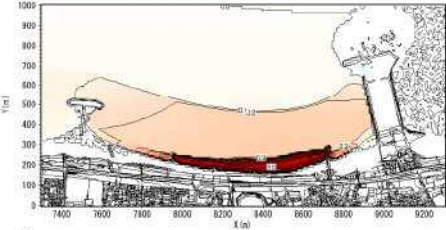
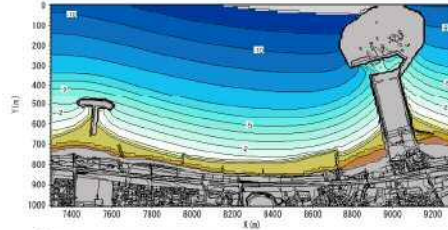
4 海浜の質的变化

(3) サザンビーチへの養浜材（大きな礫）の流入防止策（効果的な海岸保全策）

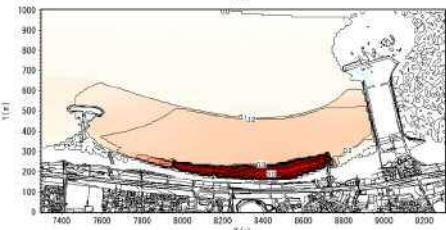
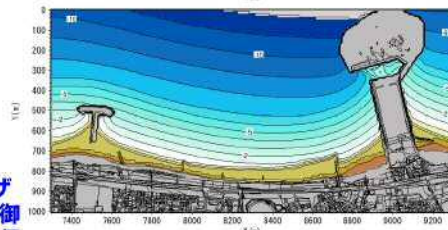
6号水路延伸なし



6号水路左岸導流堤
10m延伸



6号水路左岸導流堤
20m延伸



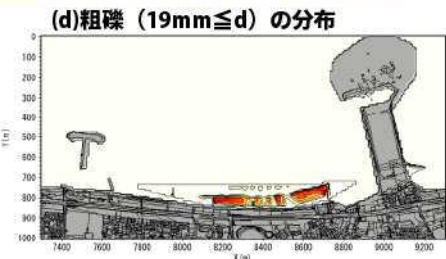
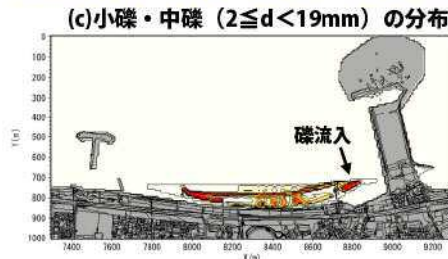
6号水路を延伸することで、サザンビーチへの養浜材の流入を制御し、より効果的に海岸中央部の保全を図ることができる。

図-36 将来予測計算結果：養浜（実績平均値）を継続，計画終了時（2016年）
第5回茅ヶ崎中海岸侵食対策協議会資料（2010年3月）より

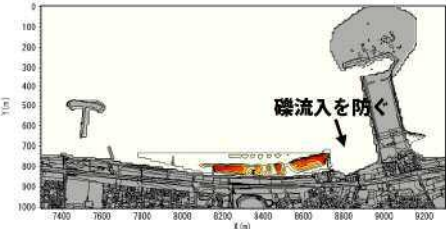
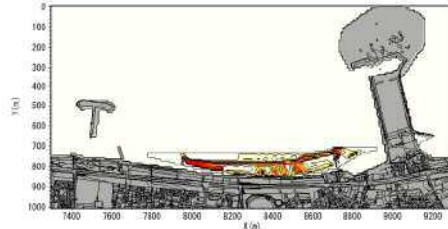
4 海浜の質的变化

(3) サザンビーチへの養浜材（大きな礫）の流入防止策（効果的な海岸保全策）

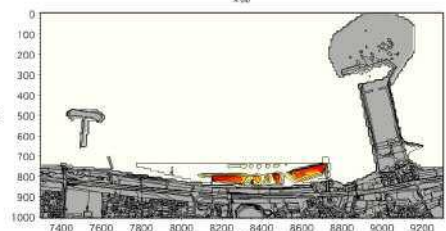
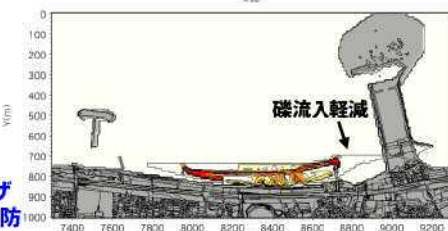
6号水路延伸なし



6号水路左岸導流堤
10m延伸



6号水路左岸導流堤
20m延伸



6号水路を延伸することで、サザンビーチへの大きな礫の流入を防ぐことができる。

図-36 将来予測計算結果：養浜（実績平均値）を継続，計画終了時（2016年）
第5回茅ヶ崎中海岸侵食対策協議会資料（2010年3月）より

5 漁港隣接部における堆積と浚渫

漁港東側隣接部では、養浜開始後、2回の浚渫が行われた。

2009年1月 5,000m³ (神奈川県)
2010年1月 3,000m³ (茅ヶ崎市)

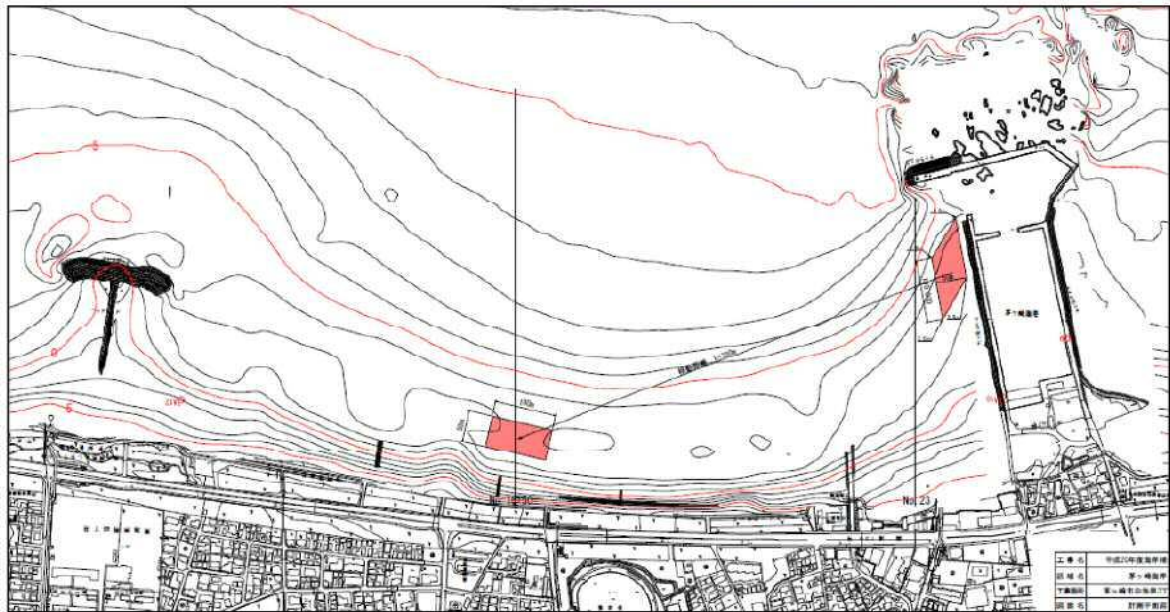
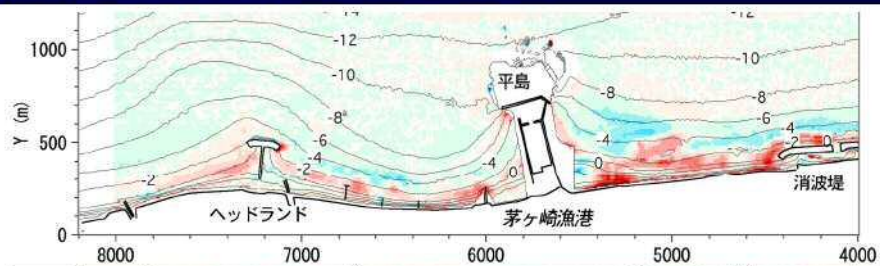


図-37 浚渫工事の概要

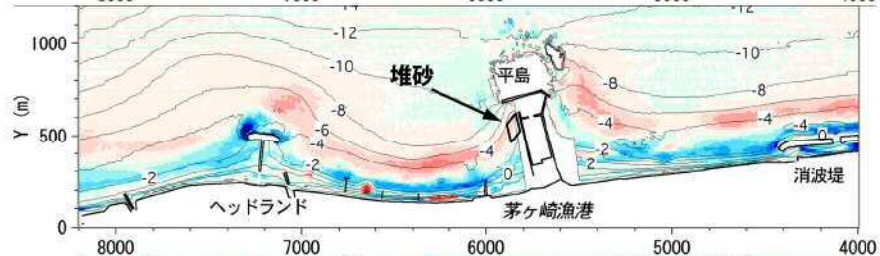
59

5 漁港隣接部における堆積と浚渫

2006.2-2007.2



2007.2-2008.1
台風9号襲来後
(2007.9)



2008.1-2009.2
5,000m³浚渫後
(2009.2)

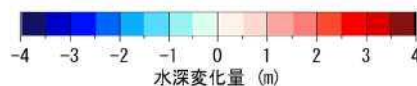
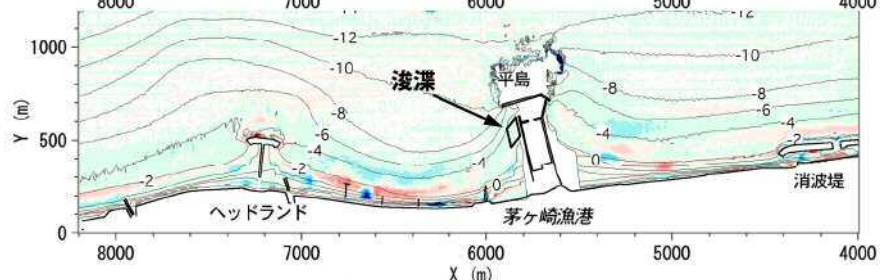
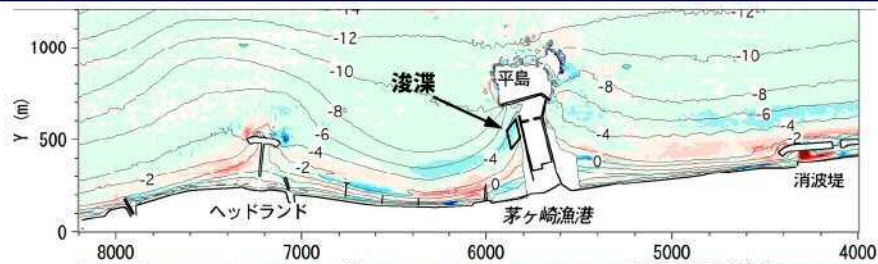


図-38 NMB測量結果と地形変化量：2006.2-2007.2

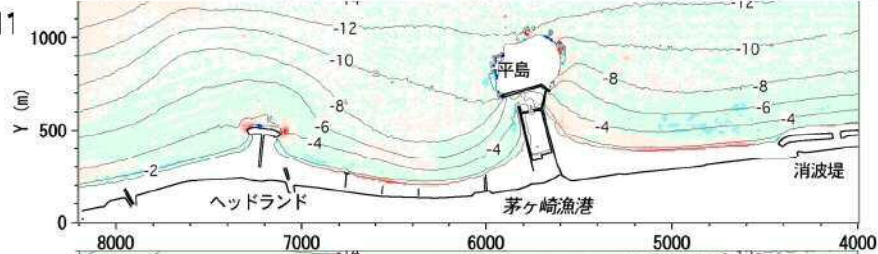
60

5 漁港隣接部における堆積と浚渫

2009.2-2010.1
3,000m³浚渫後
(2010.1)



20010.1-2010.11



2010.11-2011.11
台風15号襲来後
(2011.9)

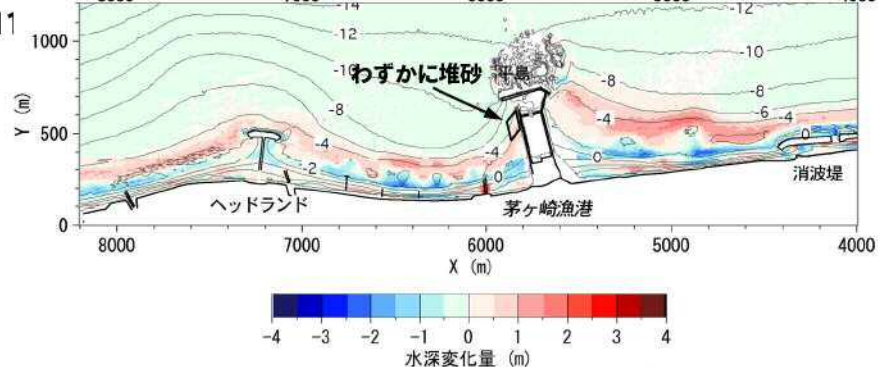


図-39 NMB測量結果と地形変化量：2009.2-2010.1

61

5 漁港隣接部における堆積と浚渫

- 2007年の台風9号襲来に伴う高波浪により、漁港東側隣接部が堆砂したが、浚渫後、再堆砂はみられない。その後2011年の台風15号襲来に伴う高波浪により再びわずかに堆砂がみられた。
- 高波浪後の沖合の堆砂は全域で起きていることから、漁港周辺の堆砂は高波浪に起因する。
- なお、現在の港形で浜幅50mは過去にない海岸地形であることから、今後もモニタリングを実施し、注意していく必要がある。



6 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算

養浜により砂浜が回復しつつある2011年の海浜地形を再現。

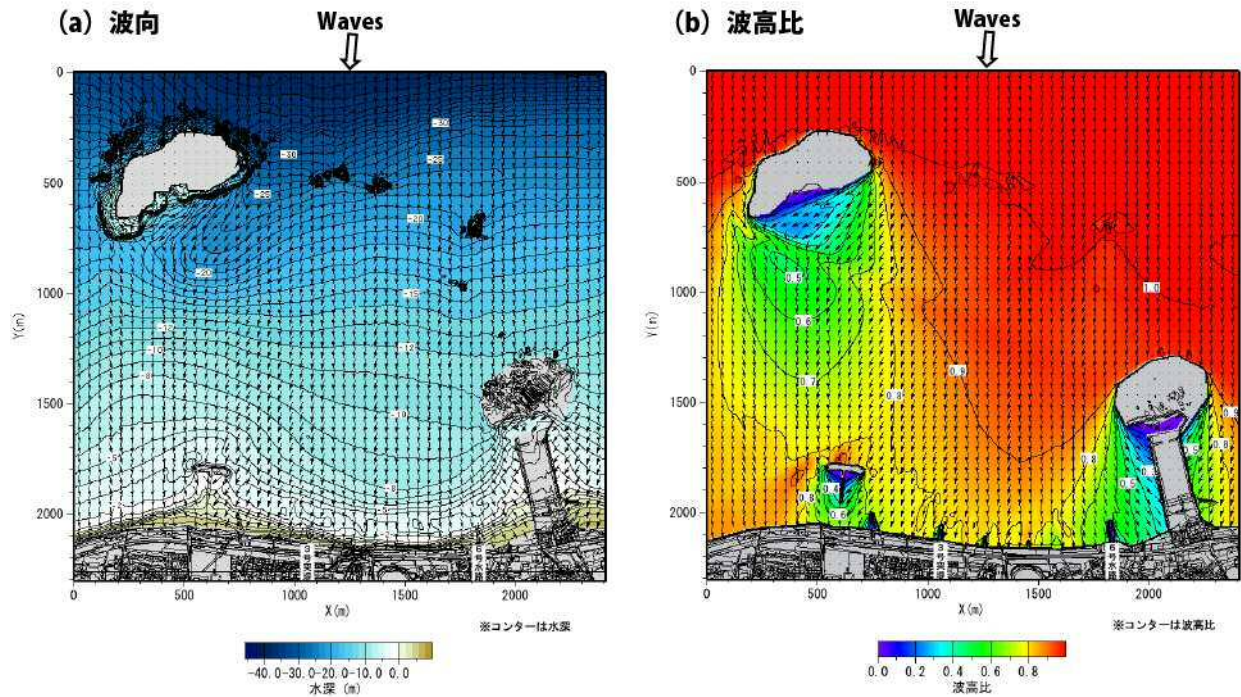


図-40 波浪場の計算結果

波高 $H=0.84\text{m}$, 周期 $T=6.3\text{s}$ (再現期間中のエネルギー平均波)
波向 53°W (地形変化の再現性により決定), $S_{\max}=10$

6 養浜による地形変化の将来予測

(1) 再現計算

Step1: 2007年2月の再現

5種類の粒径成分を考慮した地形変化予測

細砂: $0.075 \leq d < 0.15\text{mm}$, $\tan \beta = 1/100$

中砂: $0.15 \leq d < 0.85\text{mm}$, $\tan \beta = 1/40$

粗砂: $0.85 \leq d < 2\text{mm}$, $\tan \beta = 1/10$

小礫・中礫: $2 \leq d < 19\text{mm}$, $\tan \beta = 1/8$

大礫: $19\text{mm} < d$, $\tan \beta = 1/5$

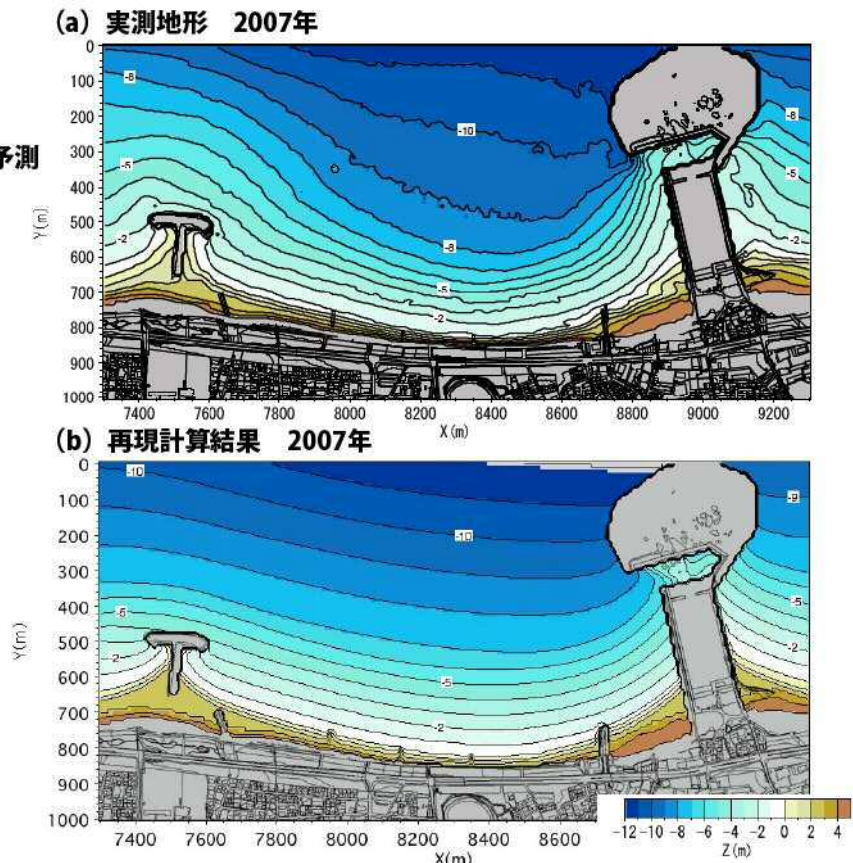


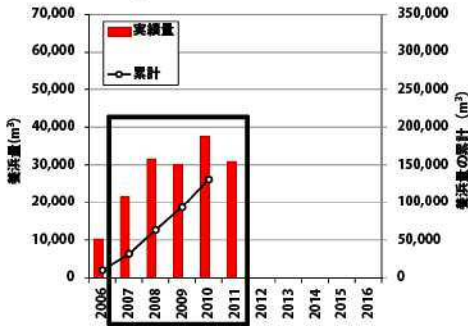
図-41 2007年の実測地形と再現計算結果の比較

6 養浜による地形変化の将来予測

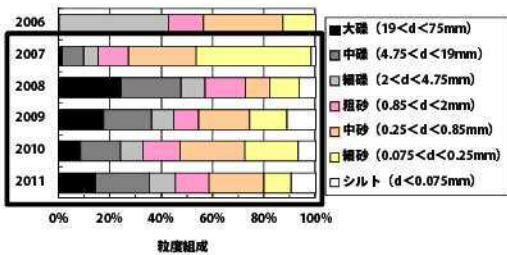
(1) 再現計算

Step2: 2007年2月～2011年3月の再現

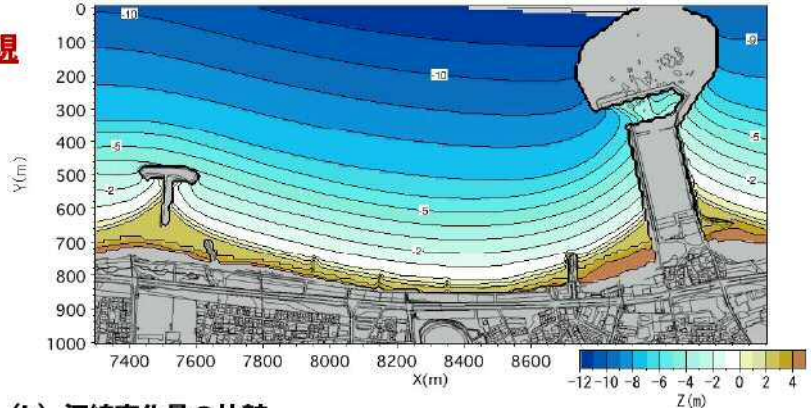
養浜量 162,203m³ (2007-2011)
 ※28,823m³/yr (シルトを除く)



養浜の質 2007-2011平均値



(a) 再現計算結果 2011年



(b) 汀線変化量の比較

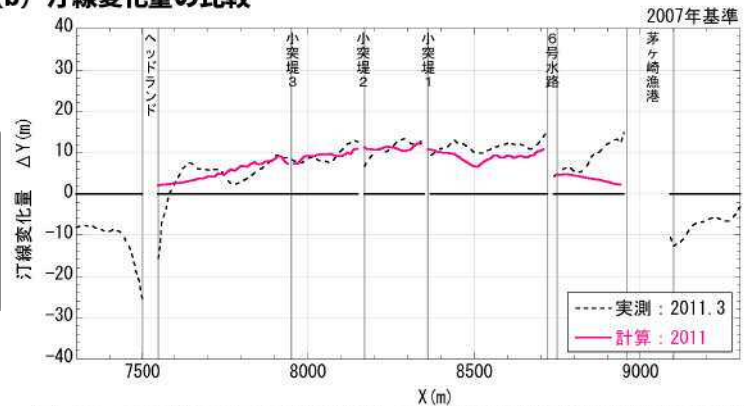


図-42 2011年の再現計算結果：再現地形と汀線変化量の比較 65

6 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2011年→2016年,5年後)

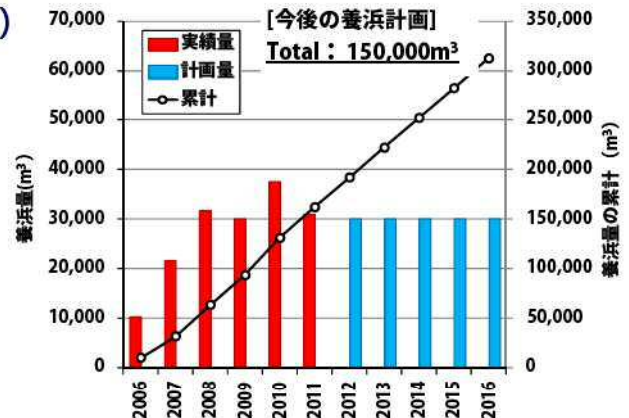


図-43 養浜量

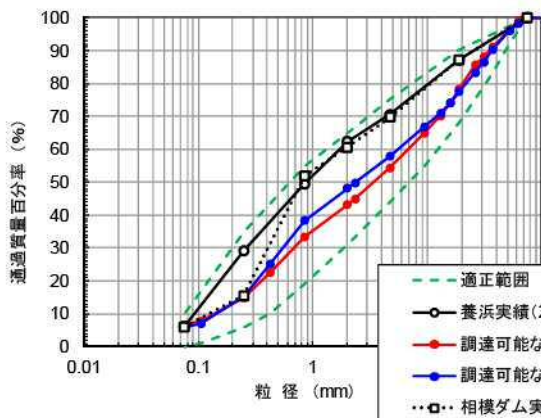


図-44 養浜材の適性

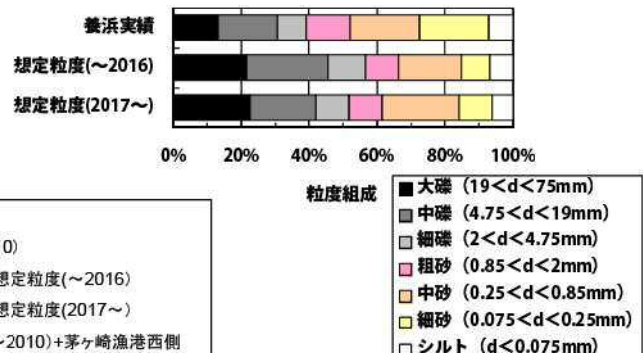


図-45 養浜材の質

6 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2011年→2016年)

養浜継続 3万m³/yr + 6号水路延伸20m

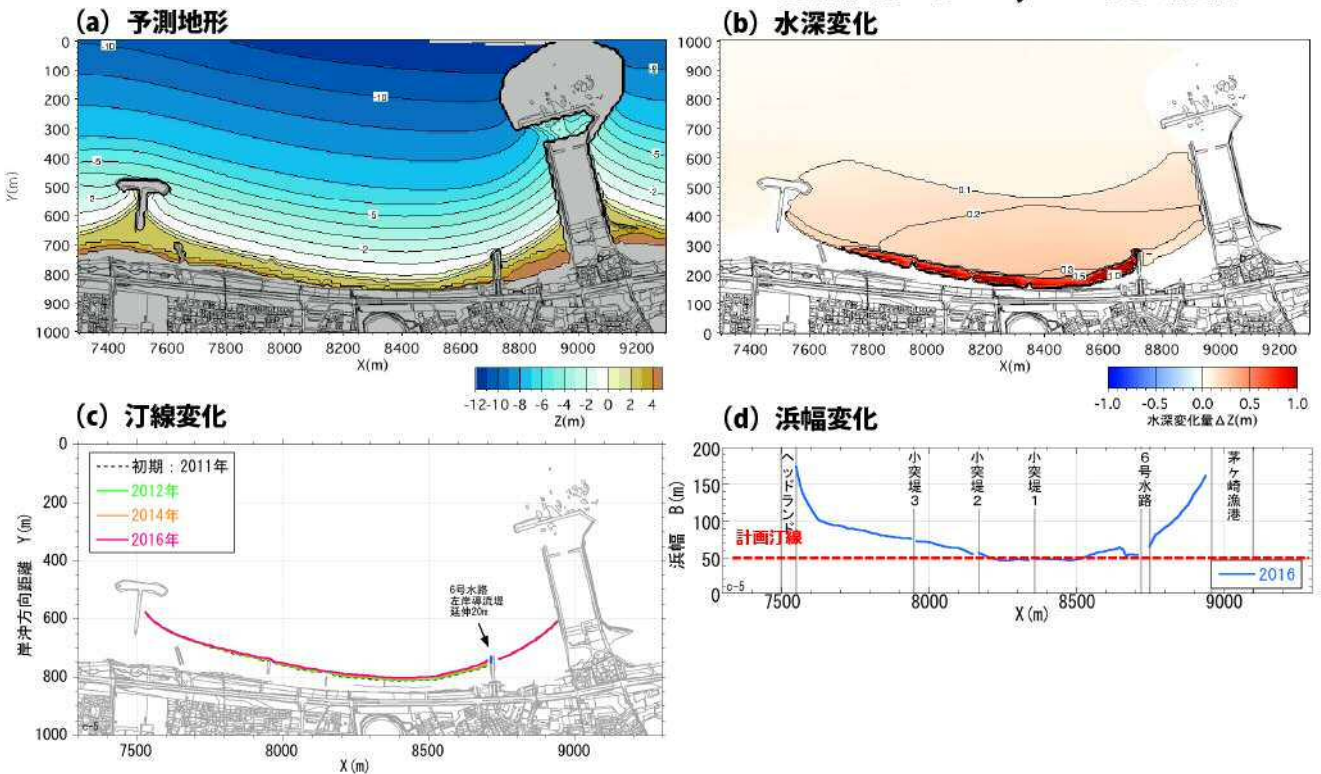


図-46 将来予測計算：養浜継続 3万m³/yr + 6号水路延伸20m (ケース5)

6 養浜による地形変化の将来予測

(2) 将来予測計算 (2011年→2016年)

養浜中止

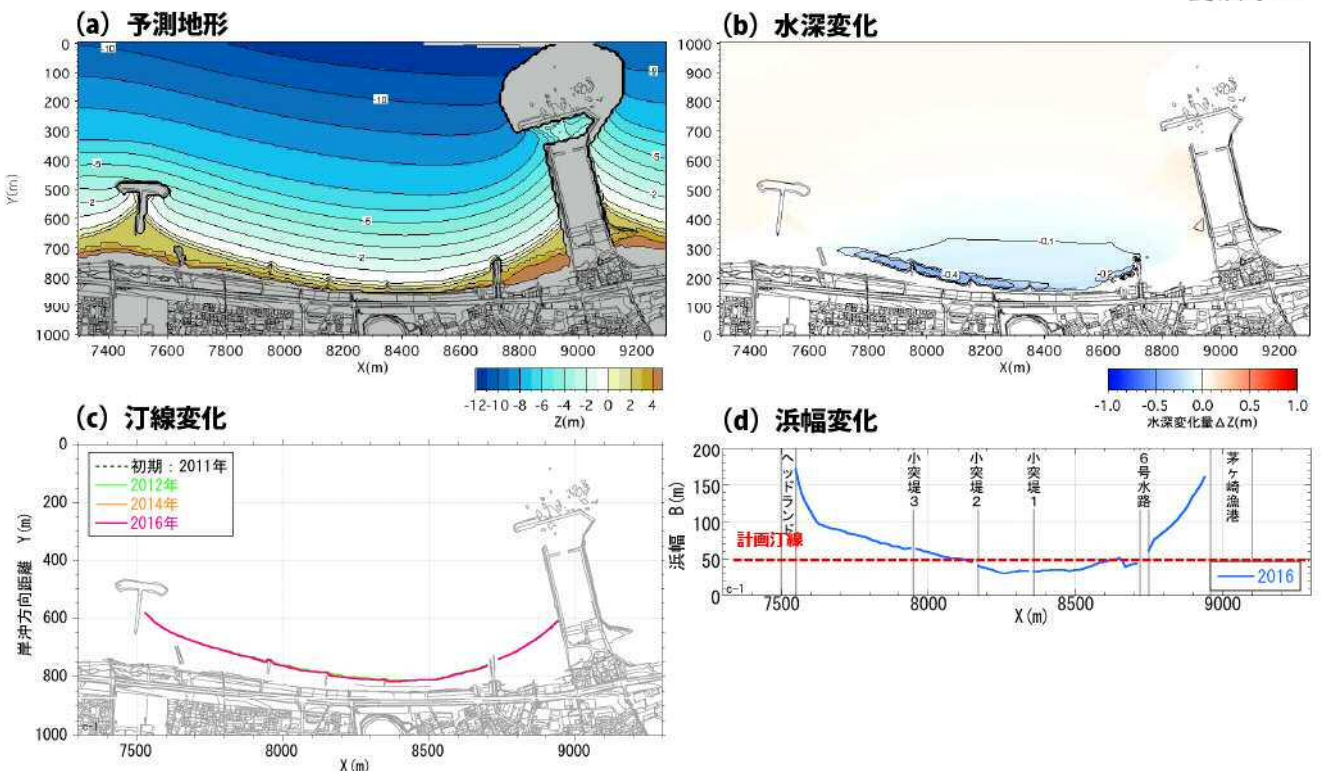
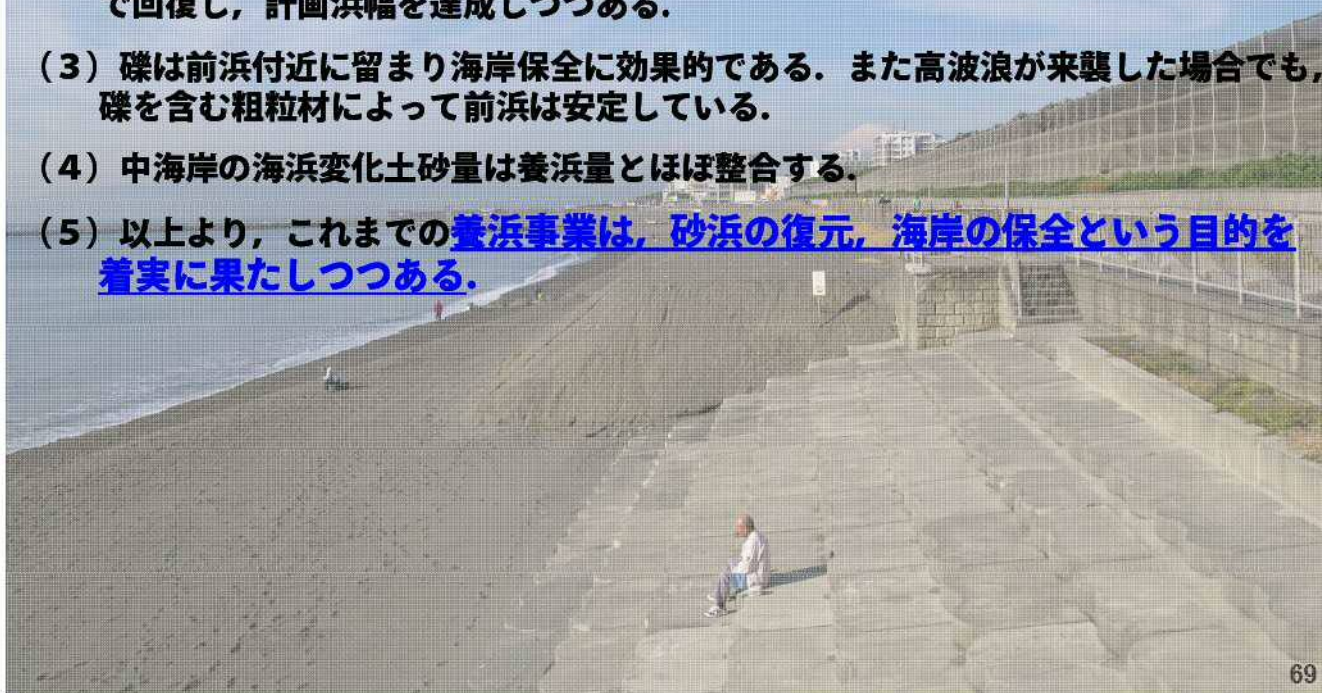


図-47 将来予測計算：養浜中止 (ケース1)

7 養浜事業の評価

- (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15m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、計画浜幅を達成しつつある。
- (3) 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。
- (4) 中海岸の海浜変化土砂量は養浜量とほぼ整合する。
- (5) 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。



69

7 養浜事業の評価

- (6) 6号水路西側のサザンビーチにおいて、汀線付近に礫が確認された。この礫が養浜材に含まれていた礫であるかは判断できないが、海岸中央部の回復とともに、海岸中央部からサザンビーチへの礫移動を制御する対策が求められる。
- (7) 周期の長い高波浪が長時間作用した場合に、前浜に大量の礫が露出してカスプを形成する。その後の波浪作用によって再び礫は砂に覆われる。
- (8) 2007年の台風9号により形成された沖のトラフは埋め戻され、2011年1月までに急深な地形から緩い勾配の海底地形に変化した。しかし、2011年の台風15号により再び台風9号と同様の地形変化が起きた。高波浪による一時的な沖向き漂砂による地形変化の復元には1~2年程度の期間を要する。
- (9) 漁港隣接部の堆砂は高波浪の作用に起因する。
- (10) 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。

2010年12月1日撮影