

第14回茅ヶ崎中海岸侵食対策協議会

2018年3月17日

茅ヶ崎中海岸の養浜事業の評価

神奈川県藤沢土木事務所なぎさ港湾部



2018年3月14日撮影



目次

-
- | | |
|------------------------|----|
| 1. 茅ヶ崎海岸の養浜実績 | 1 |
| 2. 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響 | 4 |
| 3. 養浜後の地形変化 | 19 |
| 4. 計画浜幅の達成状況と防護機能評価 | 45 |
| 5. 計画浜幅達成までの養浜と維持管理 | 50 |
| 6. 茅ヶ崎中海岸の養浜事業の評価 | 58 |

1 茅ヶ崎海岸(柳島地区)の養浜実績

(a) 養浜範囲

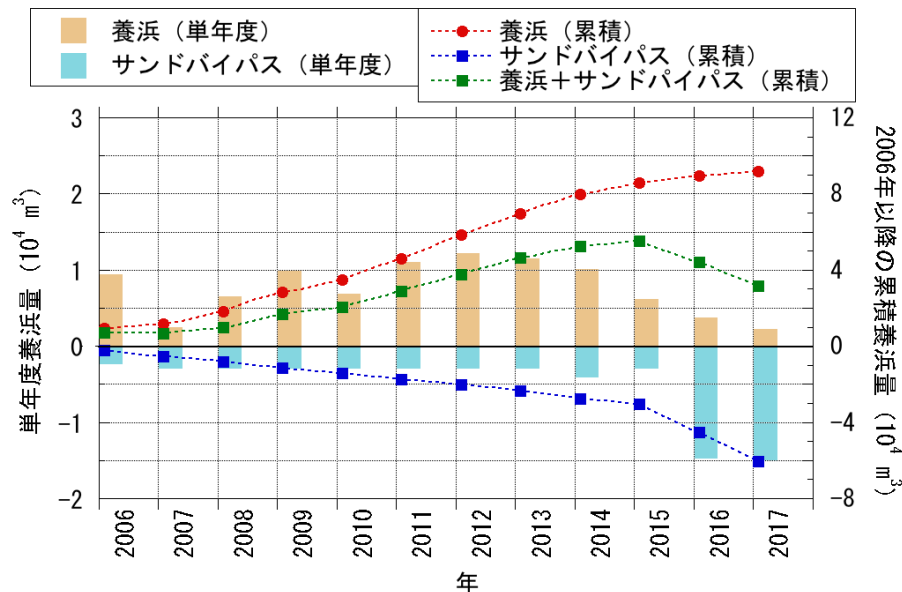


(b) 養浜個所の状況 (2017年10月23日)



(c) 養浜量

2006年1月～2017年3月までの総養浜量 9.2万 m³ (年平均 0.77万 m³/yr)



(d) 養浜材の粒度組成

平均 (2006年～2017年)

礫43.1%, 粗砂12.8%, 中砂20.3%, 細砂15.7%, シルト8.1%

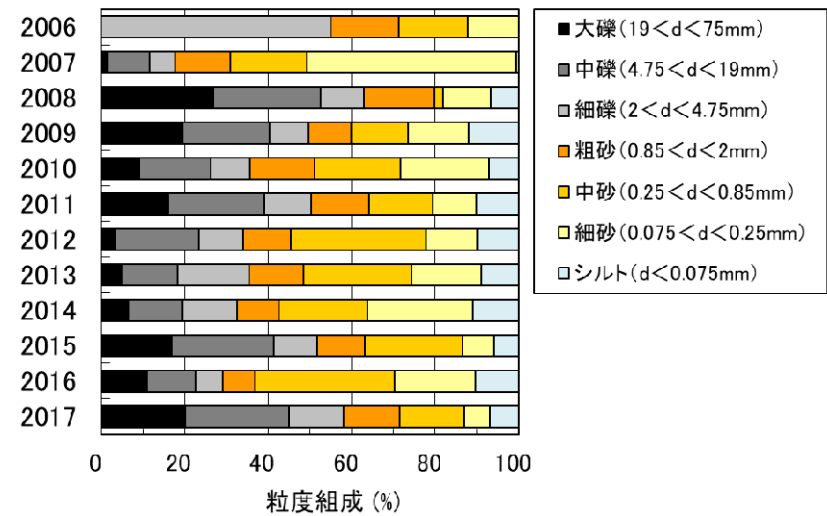


図1.1 茅ヶ崎 柳島地区での養浜実績

1 茅ヶ崎海岸(中海岸地区)の養浜実績

(a) 養浜範囲

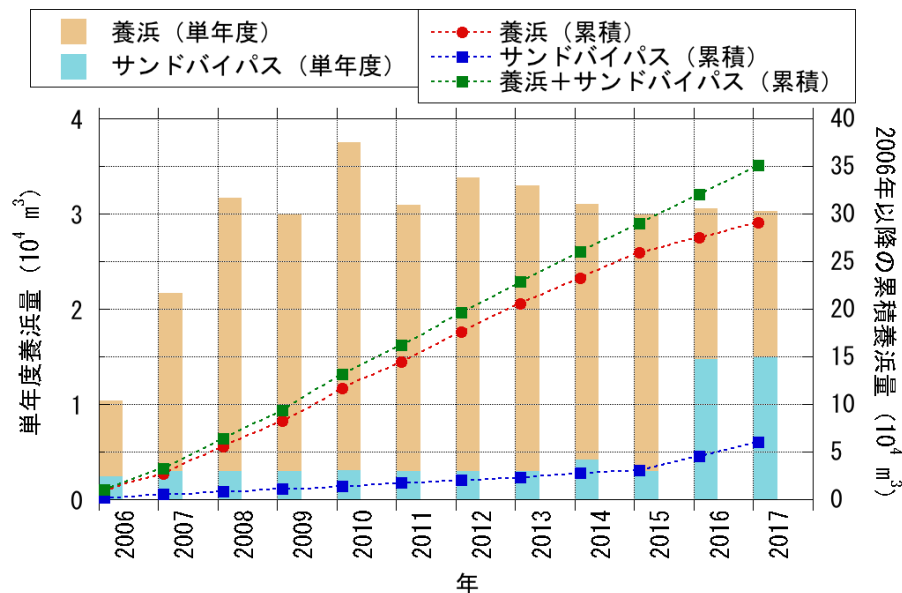


(b) 養浜個所の状況 (2017年10月23日)



(c) 養浜量

2006年1月～2017年3月までの総養浜量 35.1万 m³ (年平均 2.92万 m³/yr)



(d) 養浜材の粒度組成

平均 (2006年～2017年)

礫35.4%, 粗砂11.3%, 中砂29.8%, 細砂16.5%, シルト7.1%

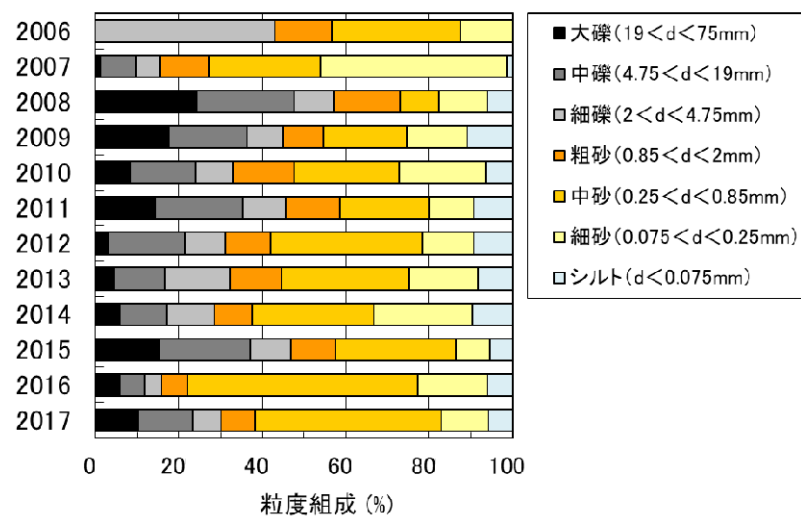


図1.2 茅ヶ崎 中海岸地区での養浜実績

1 茅ヶ崎海岸(菱沼地区)の養浜実績

(a) 養浜範囲

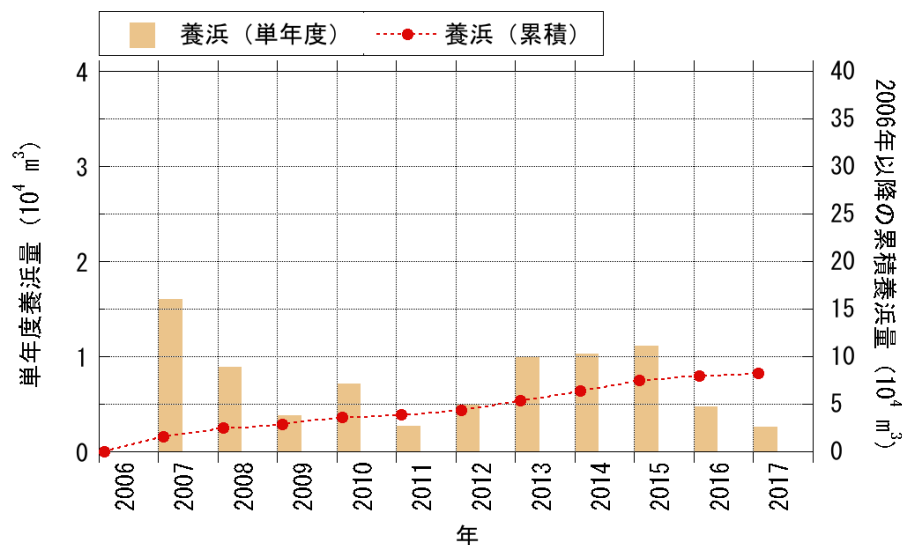


(b) 養浜個所の状況 (2017年10月23日)



(c) 養浜量

2006年1月～2017年3月までの総養浜量 8.2万 m³ (年平均 0.69万 m³/yr)



(d) 養浜材の粒度組成

平均 (2006年～2017年)

礫43.1%, 粗砂12.8%, 中砂20.3%, 細砂15.7%, シルト8.1%

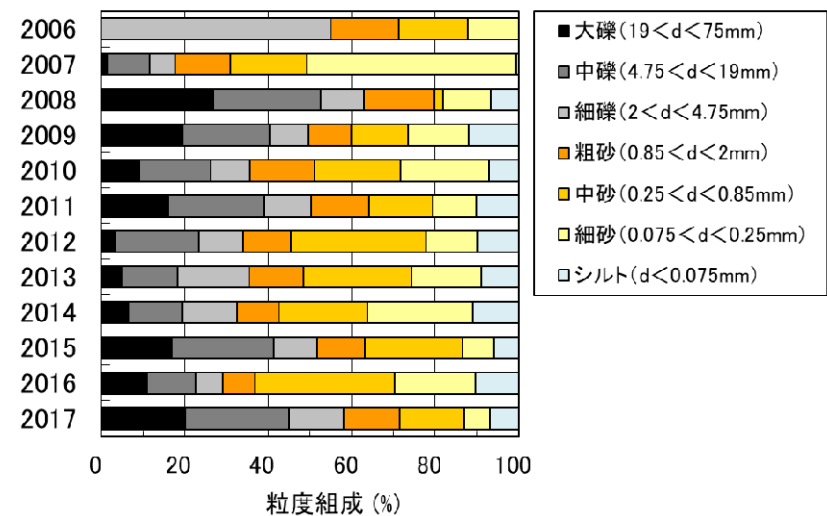


図1.3 茅ヶ崎 菱沼地区での養浜実績

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

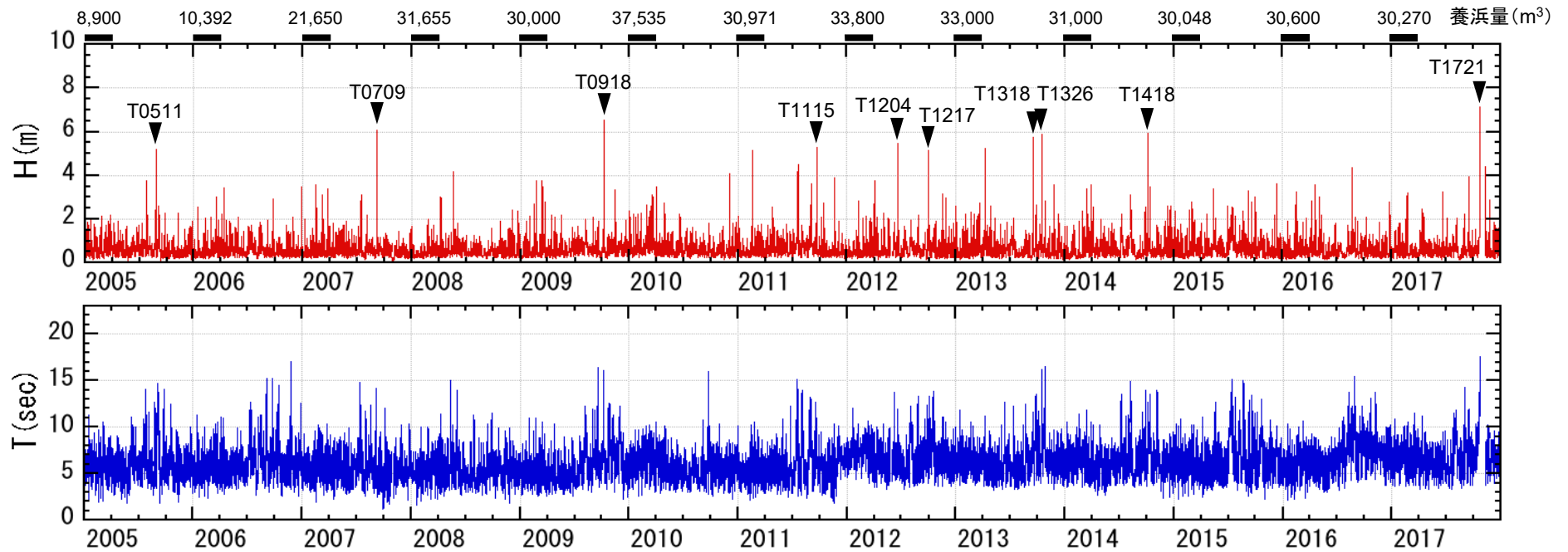


図2.1 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果 (有義波, 2005年1月1日~2017年12月31日)

表2.1 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果 (2005年~2017年)

(): 欠測データを含む

年	エネルギー平均波		年数回波 (1%確率) (m)	年最大有義波		備考
	波高 (m)	周期 (s)		$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (s)	
2005	0.85	6.11	2.03	5.2	10.1	T0511: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 41\text{h}$
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: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 17\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 57\text{h}$
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: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 5\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 13\text{h}$
2010	0.80	5.76	2.14	4.1	6.1	12/3低気圧
2011	(0.89)	(5.87)	(2.52)	5.3*	10.4	T1115: 最大有義波欠測 ※推定7~8m, $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$ 以上
2012	0.79	6.82	2.08	5.5	10.5	T1204: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 4\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 8\text{h}$
2013	0.86	6.42	2.22	5.9	15.3	T1326: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 66\text{h}$
2014	0.88	6.46	2.39	5.9	10.5	T1418: $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 2\text{h}$, $T_{1/3} > 10\text{s} \rightarrow 56\text{h}$
2015	0.87	6.69	2.16	3.6	8.1	12/11低気圧
2016	0.71	6.91	2.04	4.4	11.0	T1609, 1610, 1611
2017	(0.72)	(6.93)	(1.91)	7.1**	11.2	T1721: 最大有義波欠測 **推定8m, $H_{1/3} > 4.5\text{m} \rightarrow 3\text{h}$ 以上

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

2017年は欠測もあって年間のエネルギー平均波高は小さいが、年最大有義波高（最大値欠測）は観測史上最大値であった。

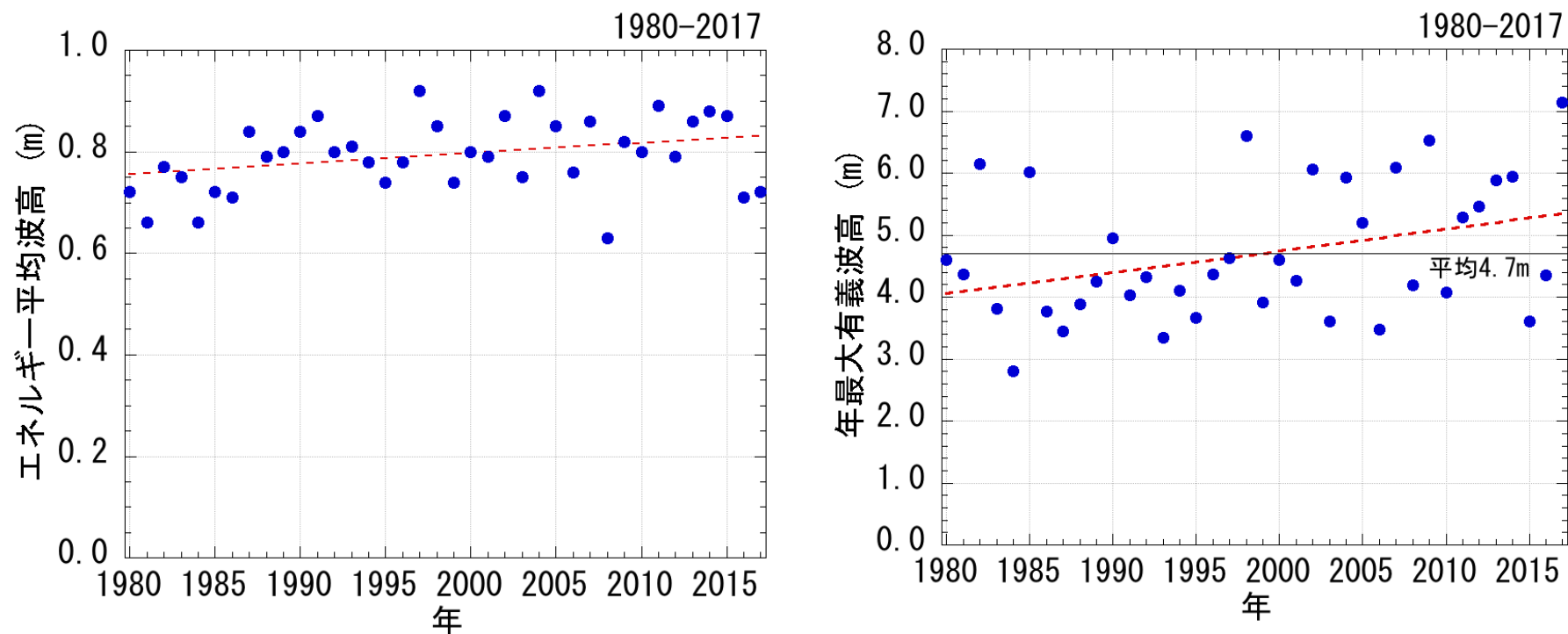


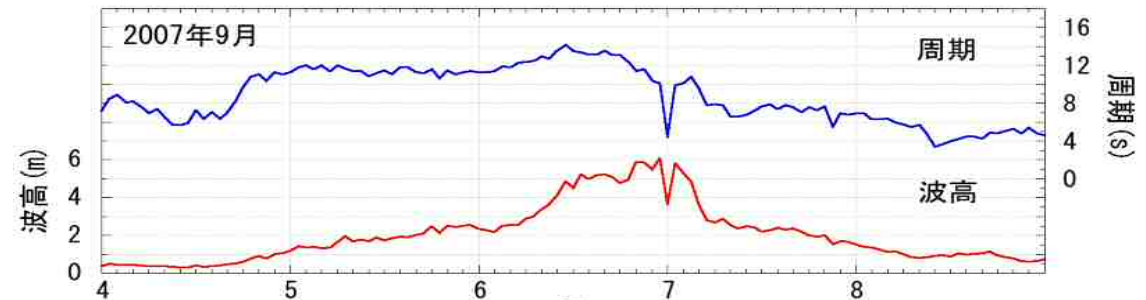
図2.2 平塚観測塔 (h=20m) における波浪観測結果の長期的な変化 (1980年~2017年)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(a) 2007年9月6日 台風9号

波高 $H_{1/3}=6.1$ m, 周期 $T_{1/3}=10.1$ s

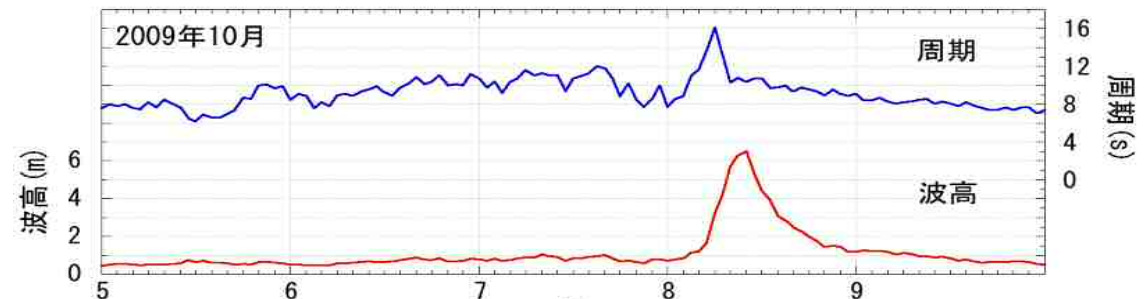
高波浪の継続時間 17h



(b) 2009年10月8日 台風18号

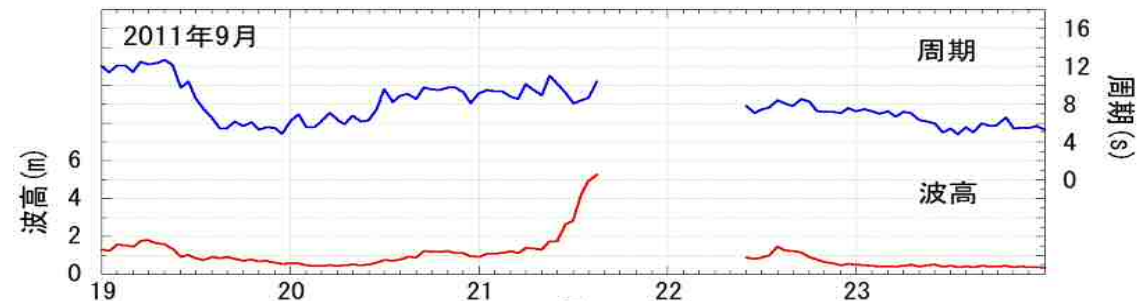
波高 $H_{1/3}=6.5$ m, 周期 $T_{1/3}=10.4$ s

高波浪の継続時間 4h



(c) 2011年9月21日 台風15号

波高 $H_{1/3}=5.3$ m以上, 周期 $T_{1/3}=10.4$ s



(d) 2017年10月23日 台風21号

波高 $H_{1/3}=7.1$ m以上, 周期 $T_{1/3}=11.2$ s

高波浪の継続時間 8h (推定)

西湘沖では $H_{1/3}=8.28$ m, $T_{1/3}=11.1$ s

台風21号による高波浪は観測史上最大であったと推定される。

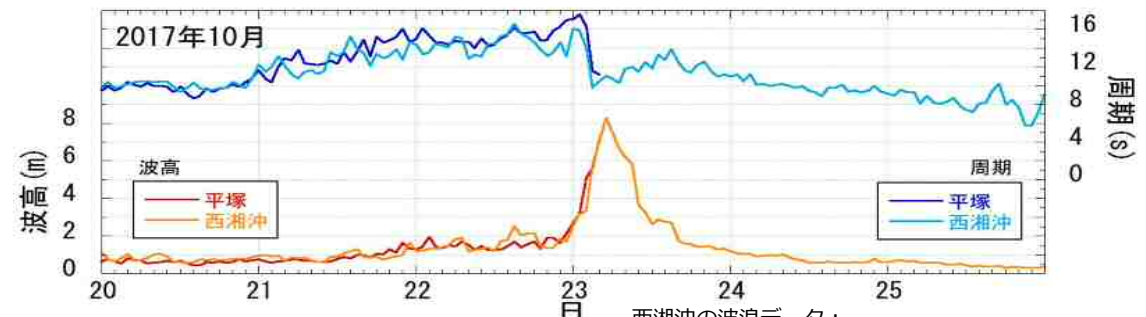


図2.3 2000年以降の高波浪上位4イベント

西湘沖の波浪データ：
国土交通省関東地方整備局京浜河川工事事務所

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(1) 台風21号来襲時の状況

(a) 菱沼海岸（4号水路西側）



自転車道まで越波し、盛土養浜が削れて海岸に供給された。

(b) 菱沼海岸（4号水路東側）



(c) 茅ヶ崎中海岸



図2.4 台風21号来襲時の茅ヶ崎中海岸，菱沼海岸の状況（2017年10月23日）

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(2) 柳島海岸



図2.5 台風21号来襲後の柳島海岸の状況（2017年10月24日）

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(2) 柳島海岸



台風21号来襲 (2017年10月23日)

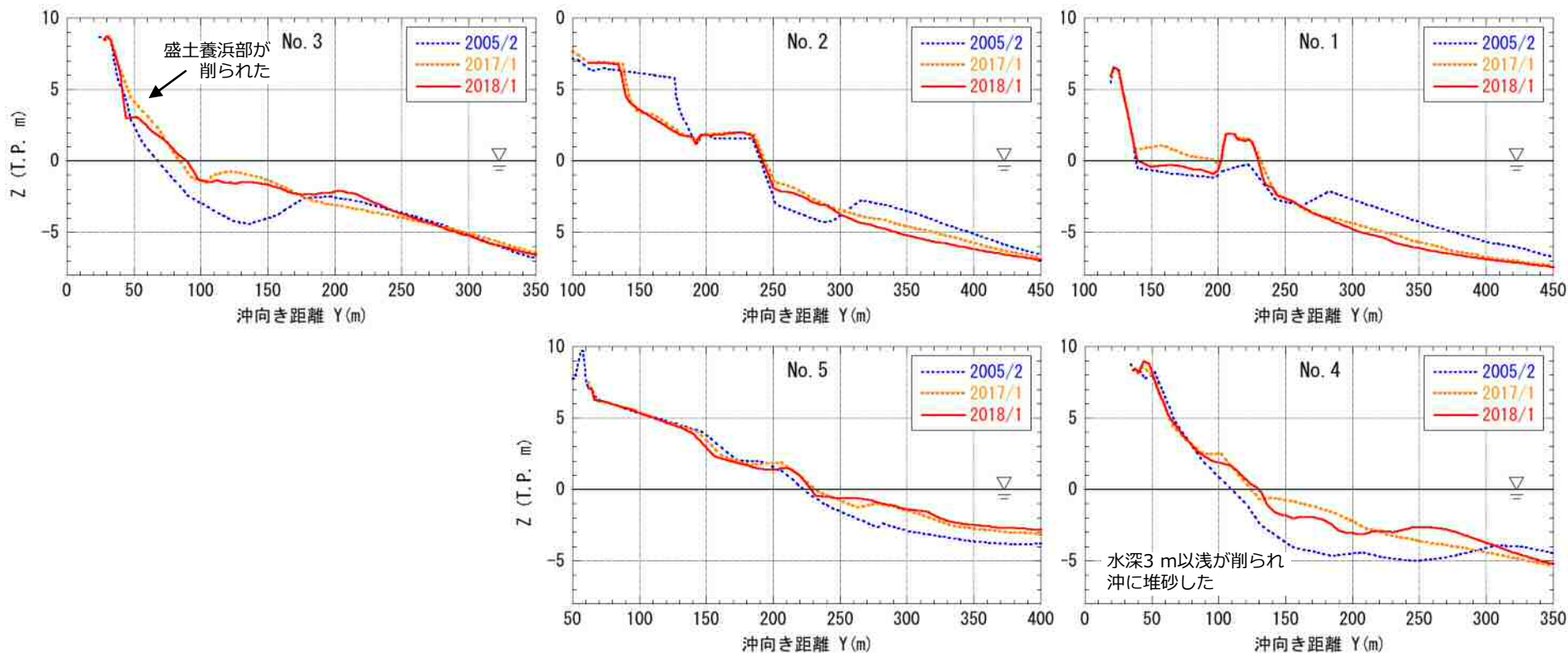


図2.6 柳島海岸の縦断形変化 (台風21号来襲前2017年1月→台風21号来襲後2018年1月)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

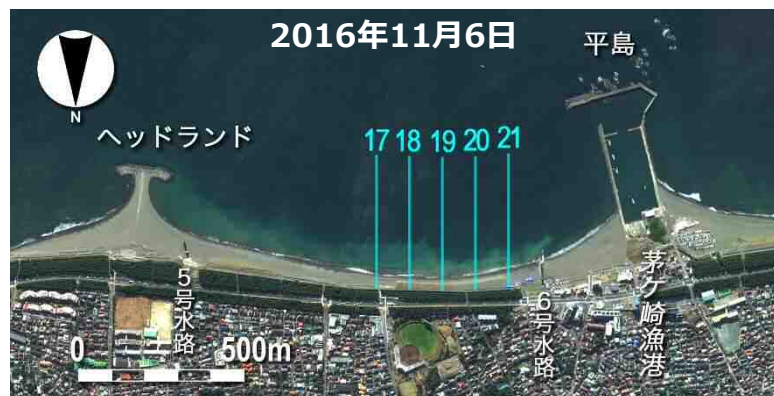
(3) 茅ヶ崎中海岸



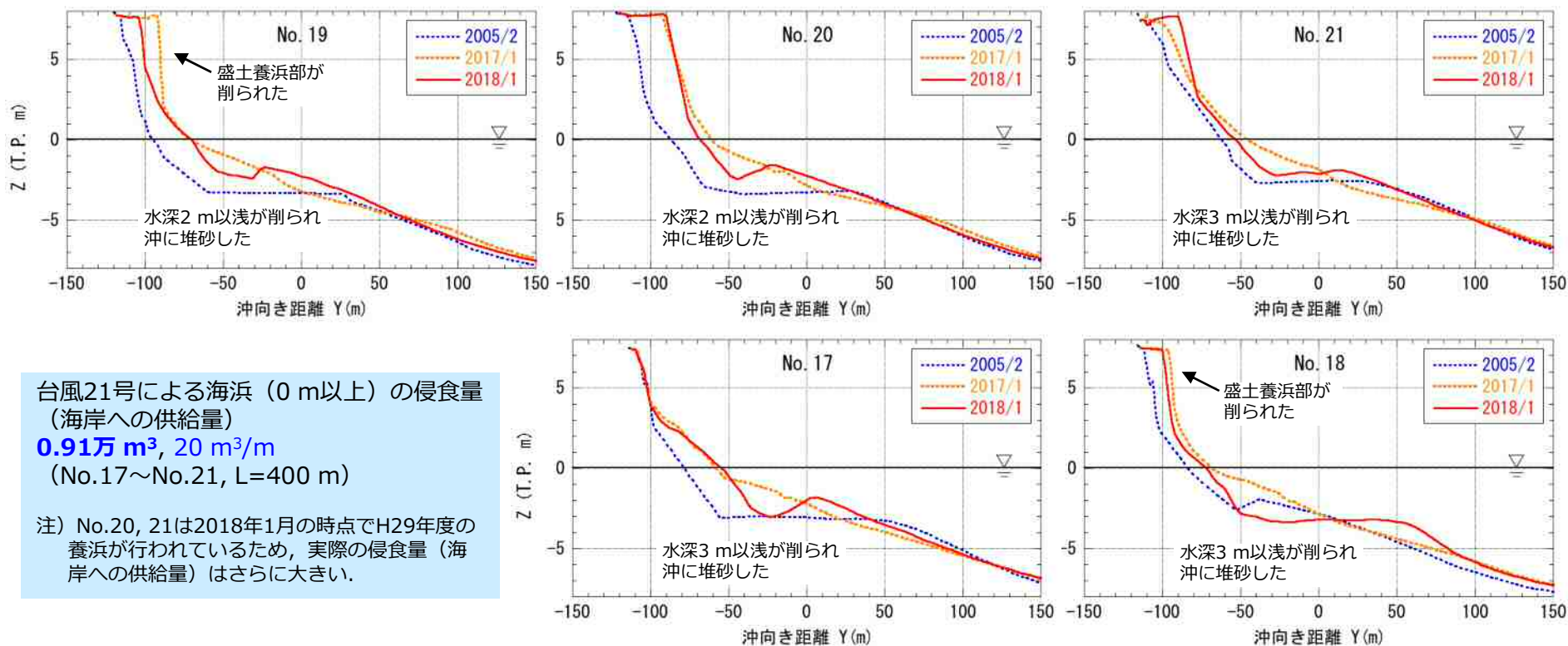
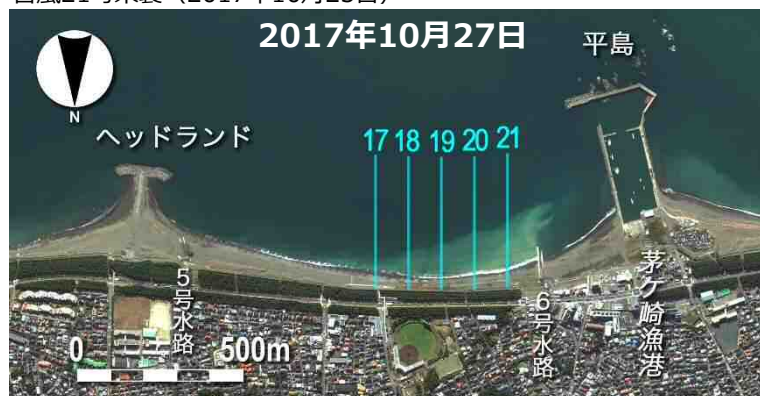
図2.7 台風21号来襲後の茅ヶ崎中海岸の状況 (2017年10月24日)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(3) 茅ヶ崎中海岸



台風21号来襲 (2017年10月23日)



台風21号による海浜 (0 m以上) の侵食量 (海岸への供給量)

0.91万 m³, 20 m³/m
 (No.17~No.21, L=400 m)

注) No.20, 21は2018年1月の時点でH29年度の養浜が行われているため、実際の侵食量 (海岸への供給量) はさらに大きい。

図2.8 茅ヶ崎中海岸の縦断形変化 (台風21号来襲前2017年1月→台風21号来襲後2018年1月)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(4) 菱沼海岸



図2.9 台風21号来襲後の菱沼海岸の状況 (2017年10月24日)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(4) 菱沼海岸



台風21号来襲 (2017年10月23日)



台風21号による海浜 (0 m以上) の侵食量 (海岸への供給量)
1.47万 m³, 21 m³/m (No.0~No.7, L=700 m)
 注) 測線No. 0, 7は, 他の測線に比べて海浜 (盛土) の侵食は少ない。

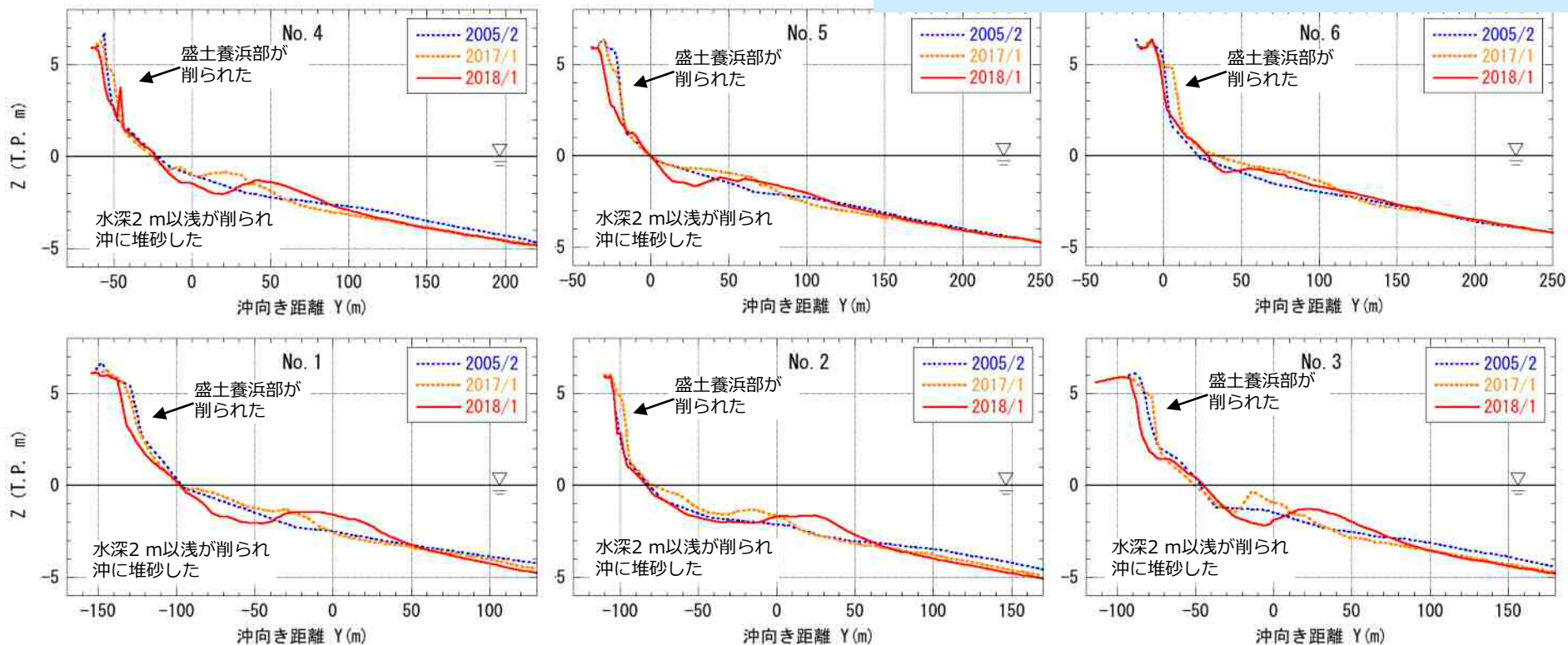


図2.10 菱沼海岸の縦断形変化 (台風21号来襲前2017年1月→台風21号来襲後2018年1月)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(5) 汀線変化 (柳島, 茅ヶ崎中, 菱沼海岸)

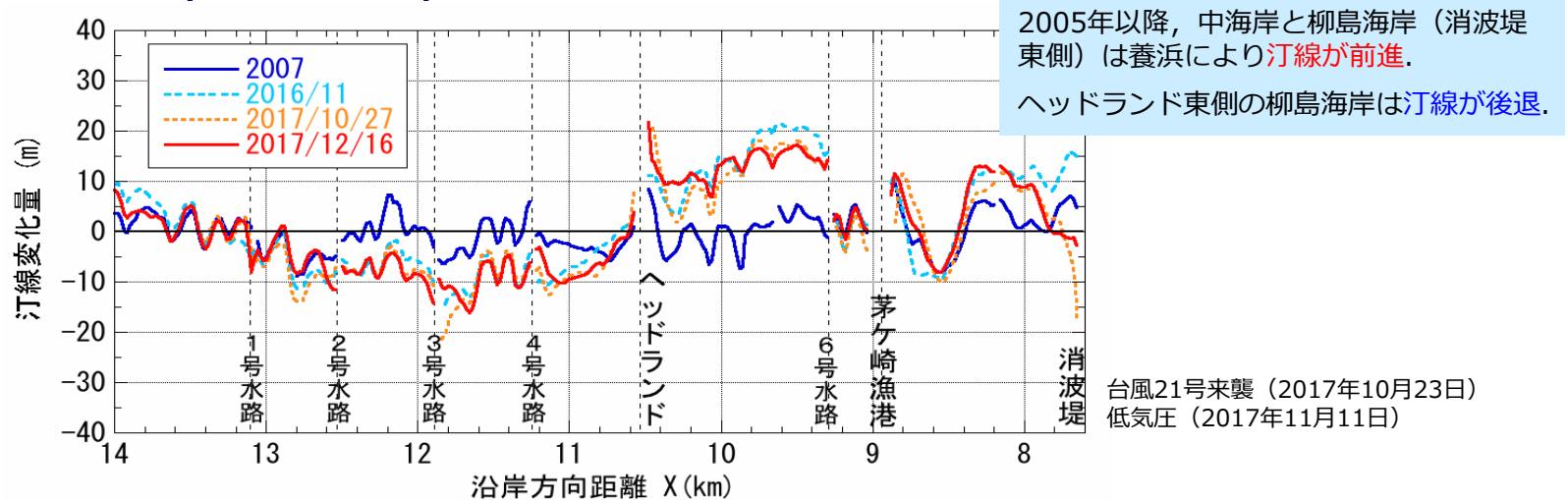


図2.11 柳島・茅ヶ崎中・菱沼海岸の2005年以降の汀線変化

台風21号による高波浪により, 10月27日の汀線は漁港やヘッドランドなどの構造物の西側を除きほぼ全域で後退したが, 汀線付近に留まる礫の安定性と養浜盛土からの土砂供給により, 柳島消波堤東側を除いて著しい汀線後退は起きていない (中海岸で最大7 m程度の汀線後退)。
台風21号から約2ヶ月後の12月16日は, 一部を除き後退した汀線が戻りつつある。

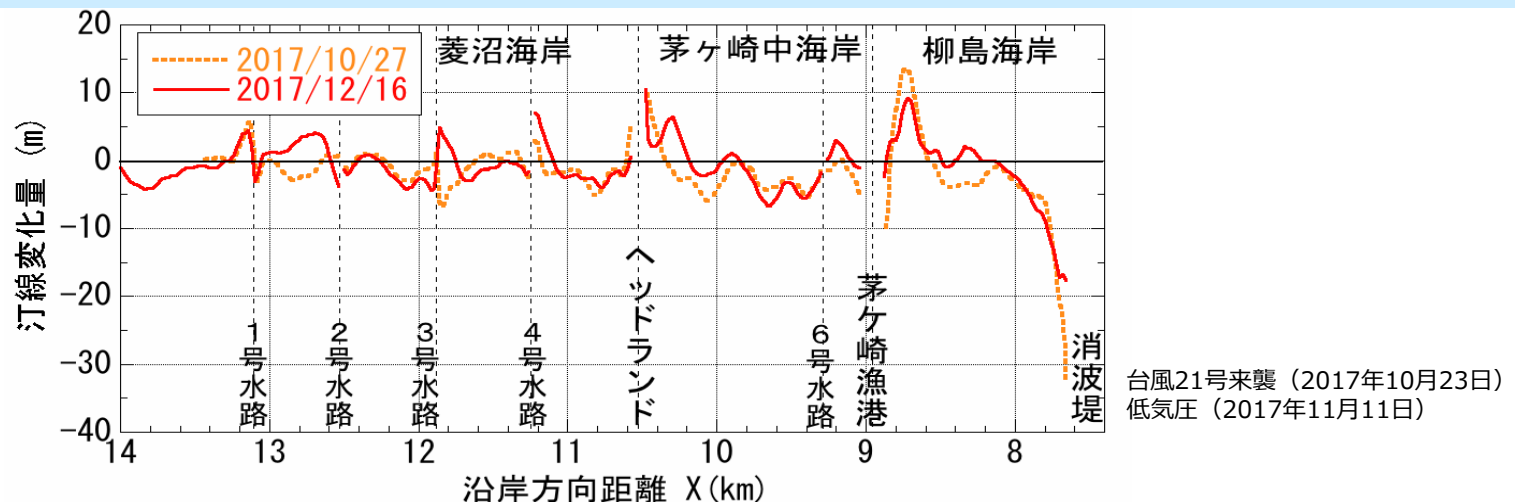


図2.12 柳島・茅ヶ崎中・菱沼海岸における台風21号による汀線変化 (2016年11月6日基準)

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

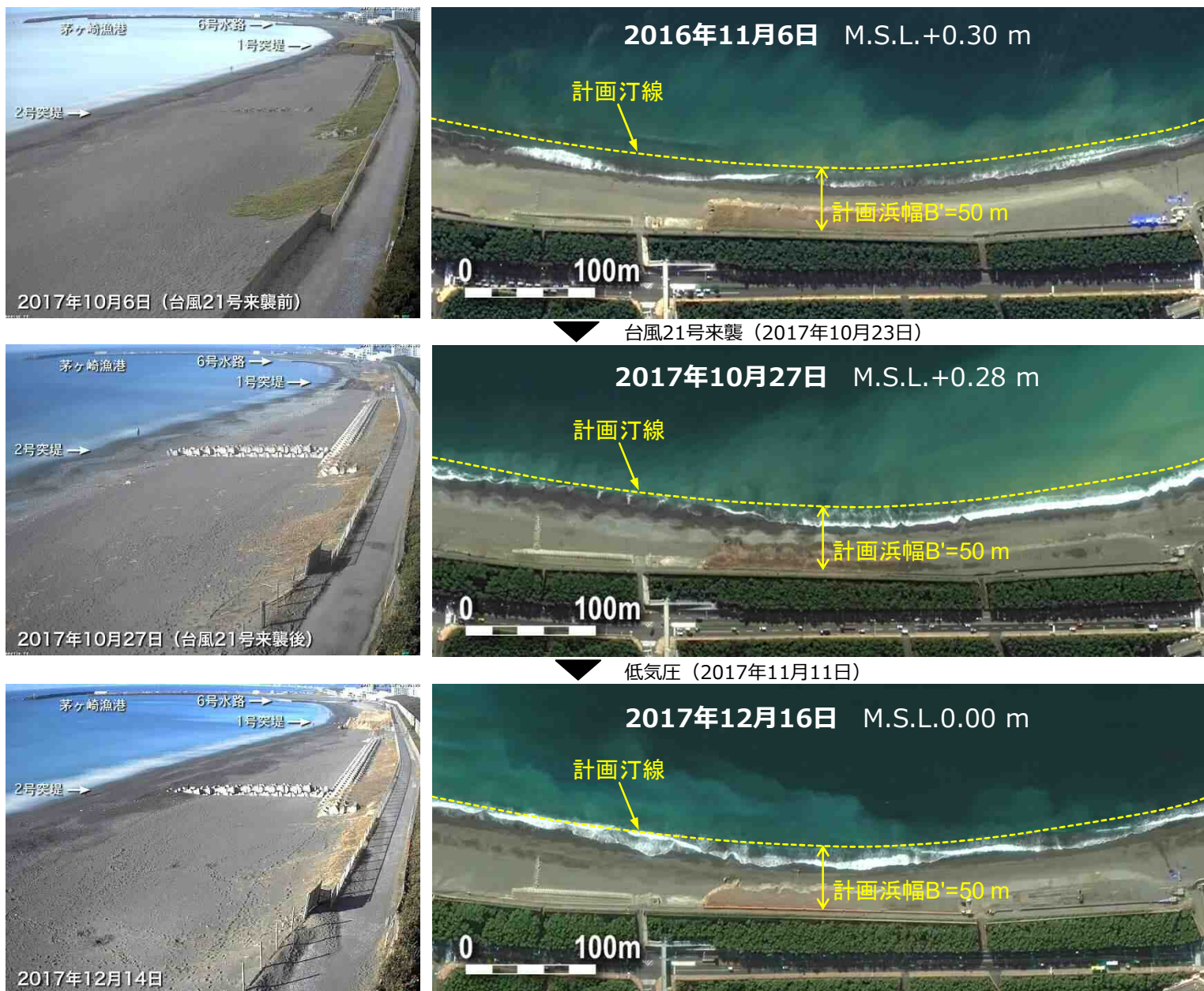


図2.13 茅ヶ崎中の海岸中央部の状況

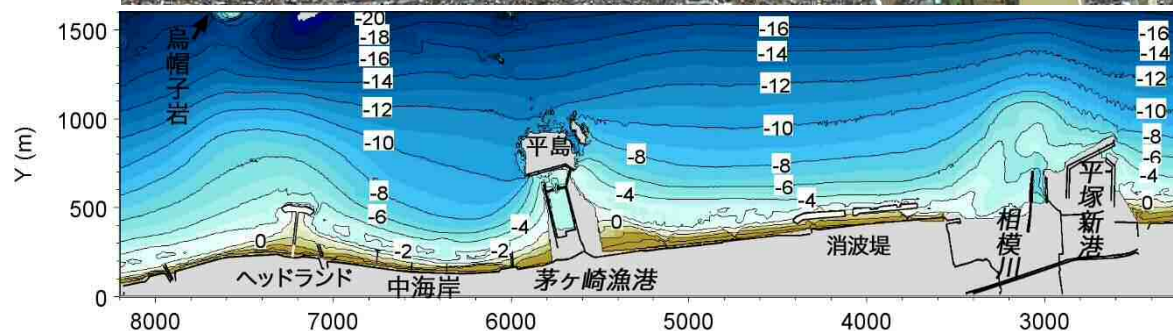
2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(6) 地形変化 (柳島, 茅ヶ崎中, 菱沼海岸)

台風21号来襲時の高波浪による沖向き漂砂によって、水深2~3 m以浅が削られトラフ（深み）が形成され、水深3~5 mにバー（堆砂）が形成された。



(a) 2018年1月



(b) 地形変化量
2016年12月~2018年1月

台風21号来襲 (2017年10月23日)
低気圧 (2017年11月11日)

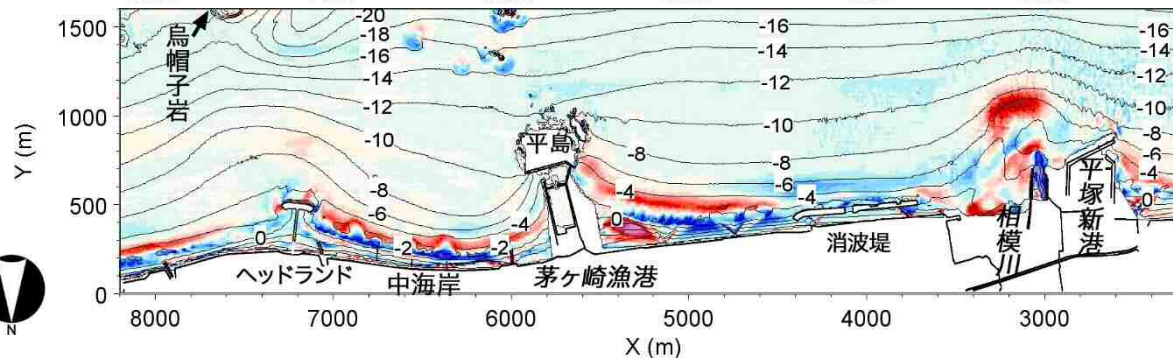
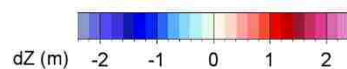


図2.14 台風21号来襲後の2018年1月の地形と2016年12月~2018年1月の地形変化量の平面分布

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(7) 高波浪後の地形変化とその後の復元状況

2007年の台風9号，2011年の台風15号来襲時でも同様な地形変化が起き，1～2年後に沖合地形は復元した。

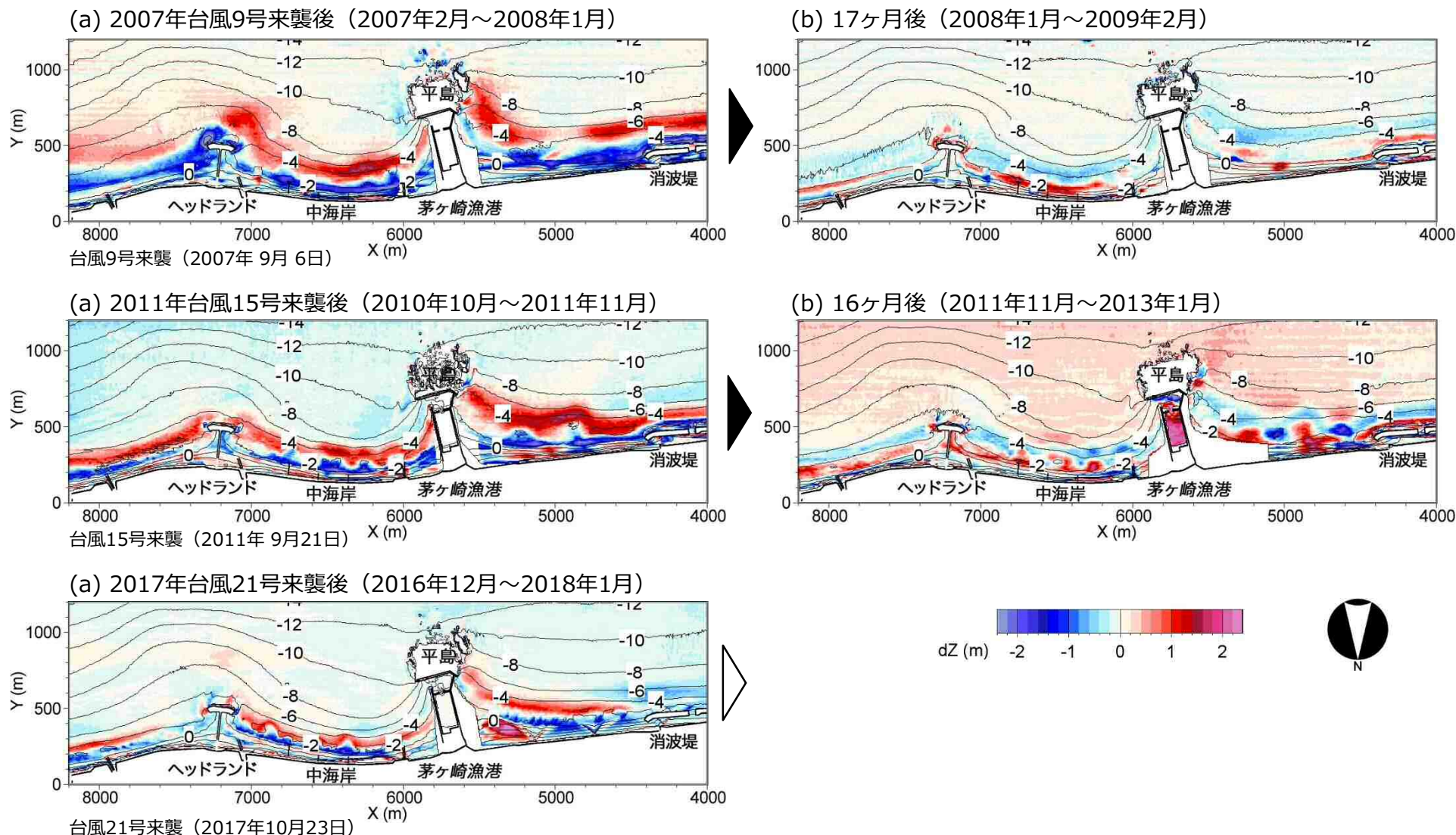


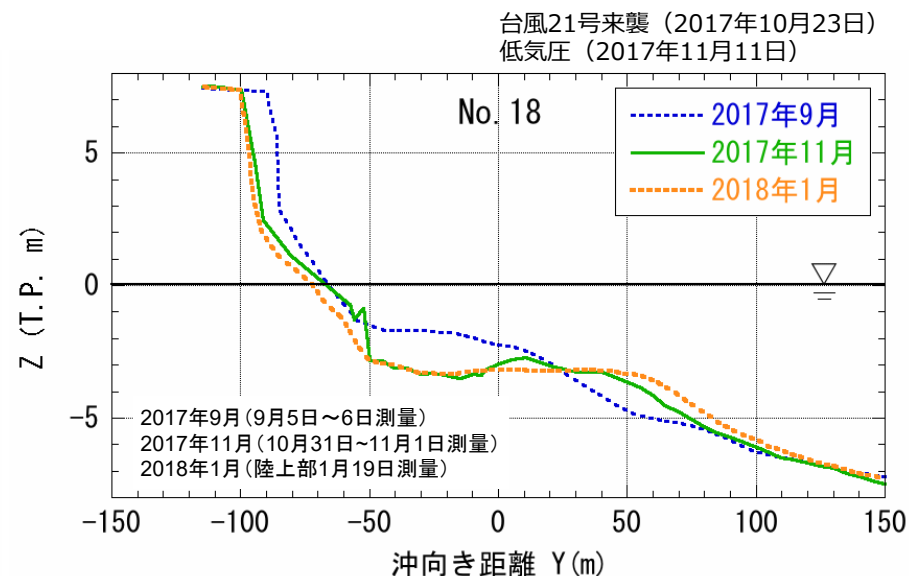
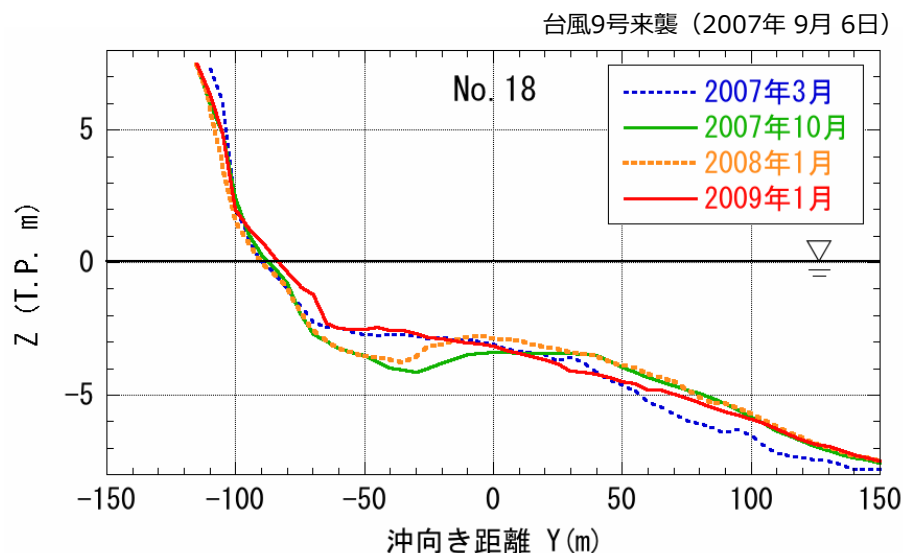
図2.15 柳島・茅ヶ崎中・菱沼海岸の高波浪後の地形変化とその後の回復状況

2 養浜後の来襲波浪と台風21号による影響

(7) 高波浪後の地形変化とその後の復元状況

2007年の台風9号来襲後は、3ヶ月後にバー（沖の堆砂）が削れてトラフ（深み）が埋まりつつあり、2009年1月までに復元した。

台風21号来襲後も、過去の高波浪時の同様に復元すると考えられるが、2017年11月11日の低気圧の影響もあり、2018年1月時点ではまだ復元状況はみられない。



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.-0.16 m	2012年3月27日 11:03	T.P.-0.50m
2007年11月21日10:00	T.P. 0.00 m	2013年12月28日10:46	T.P.+0.32m
2008年 8月 7日14:27	T.P.-0.17 m	2014年10月28日10:37	T.P.+0.19m
2009年 3月12日12:00	T.P.-0.67 m	2016年1月13日10:28	T.P.+0.08m
2009年 7月15日 9:20 推定	T.P.+0.22 m	2016年11月6日10:33	T.P.+0.30 m
2010年5月20日14:00	T.P.-0.50 m	2017年10月27日10:37	T.P.+0.28 m
2011年3月4日 10:26	T.P.-0.44 m	2017年12月16日10:37	T.P.+0.00 m
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自転車道（護岸）法肩から汀線まで50m確保。

図3.1 空中写真による海岸の経年変化（2005年10月～2017年12月）

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3.2 空中写真による海岸の経年変化（2005年10月～2017年12月）

3 養浜後の地形変化

(2) 汀線の変化

養浜の継続により、2016年11月までに6号水路～ヘッドランド間で汀線が最大20 m前進したが、2017年の台風21号の影響により、海岸中央部の汀線が後退し、2017年12月時点では汀線前進量は最大17 mとなった。

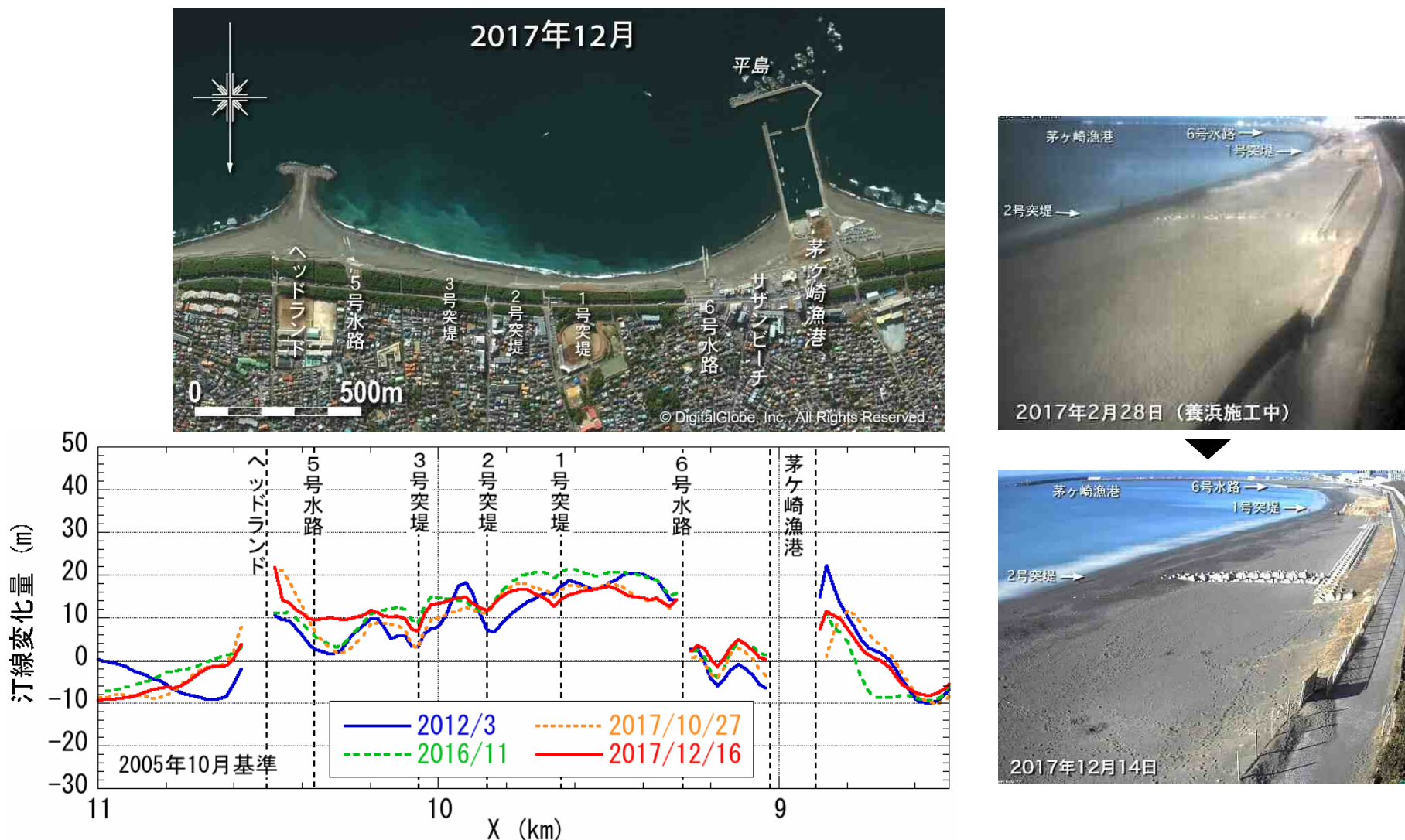


図3.3 茅ヶ崎中海岸の汀線変化量 (2005年基準)

3 養浜後の地形変化

(3) 実績養浜量と海浜面積変化量

養浜開始以降、茅ヶ崎中海岸全域（約1.4km）の海浜面積は増加傾向にあり、2016年11月変化量は1.75万 m²であったが、台風21号の影響により1.48万 m²まで減少し、その後、50日で1.65万 m²まで回復した。

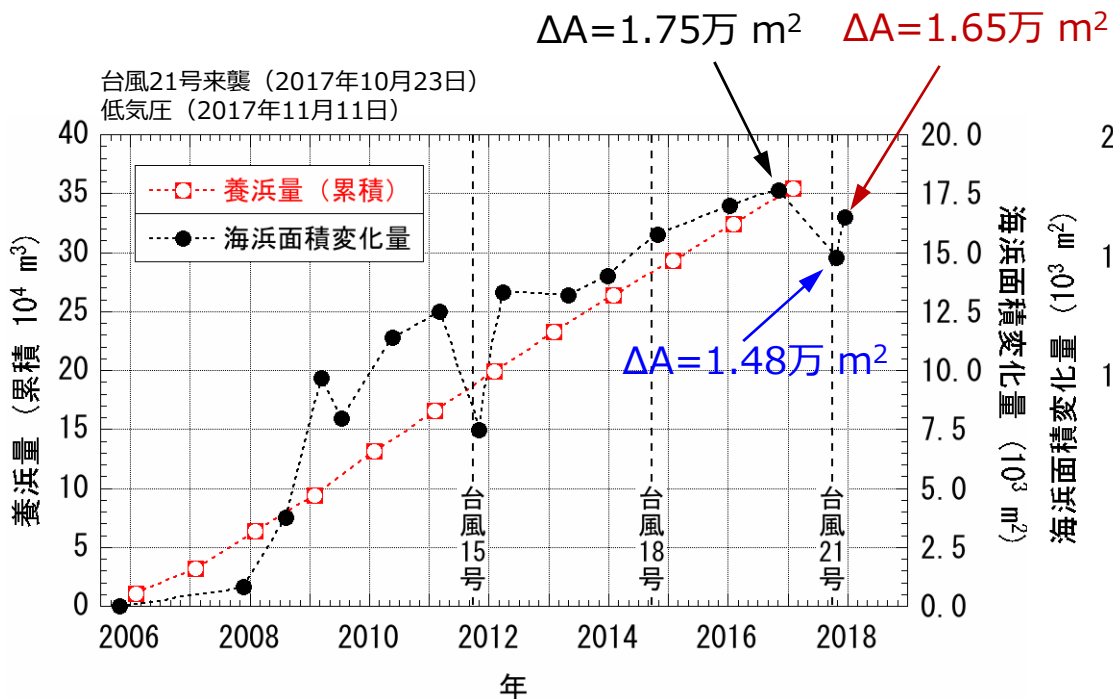


図3.4 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量 (2005年基準)

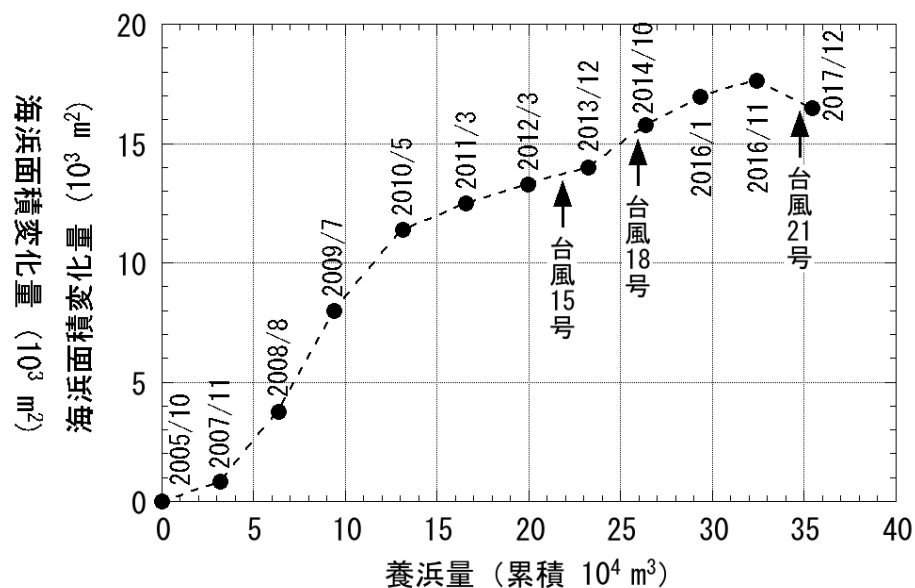
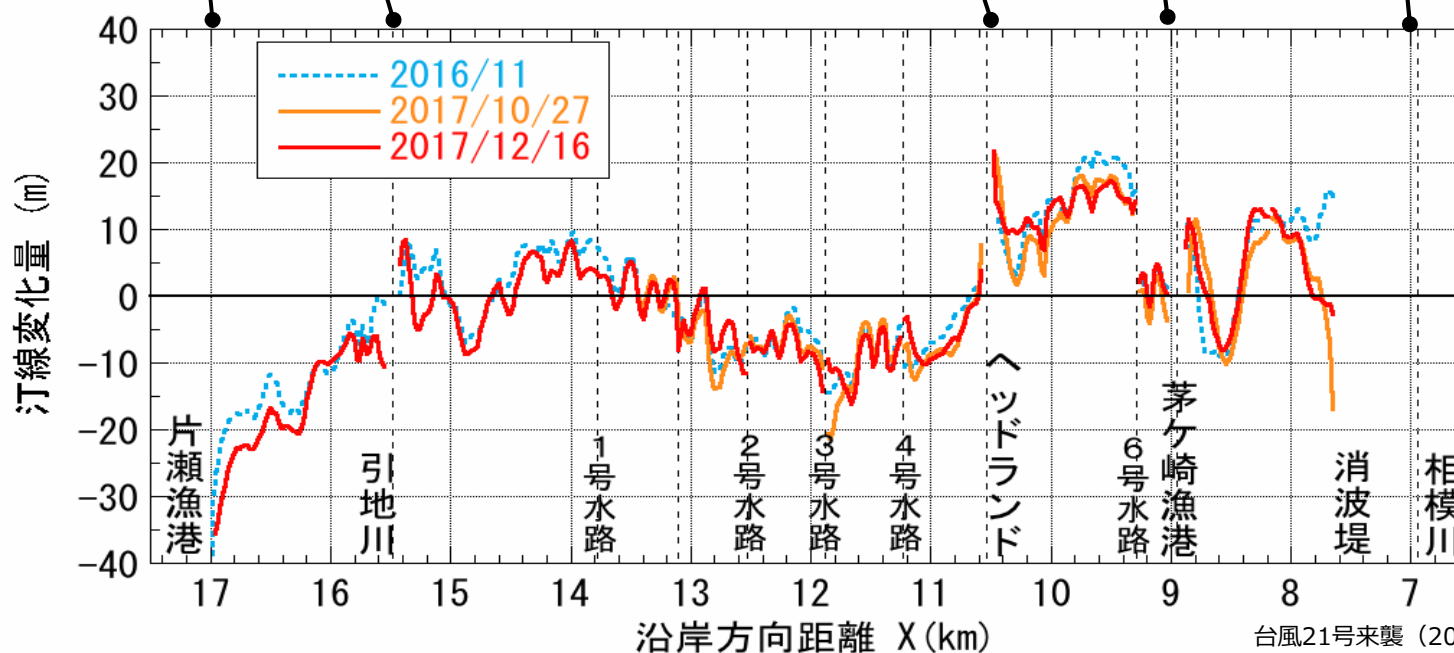


図3.5 茅ヶ崎漁港～ヘッドランド間の実績養浜量と海浜面積変化量の関係 (2005年基準)

3 養浜後の地形変化

(4) 湘南海岸全域の変化

茅ヶ崎中海岸では著しく汀線前進。一方、ヘッドランド東側の菱沼海岸、片瀬漁港西側で著しい汀線後退が起きている。



台風21号来襲 (2017年10月23日)
低気圧 (2017年11月11日)

図3.6 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

(5) 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。

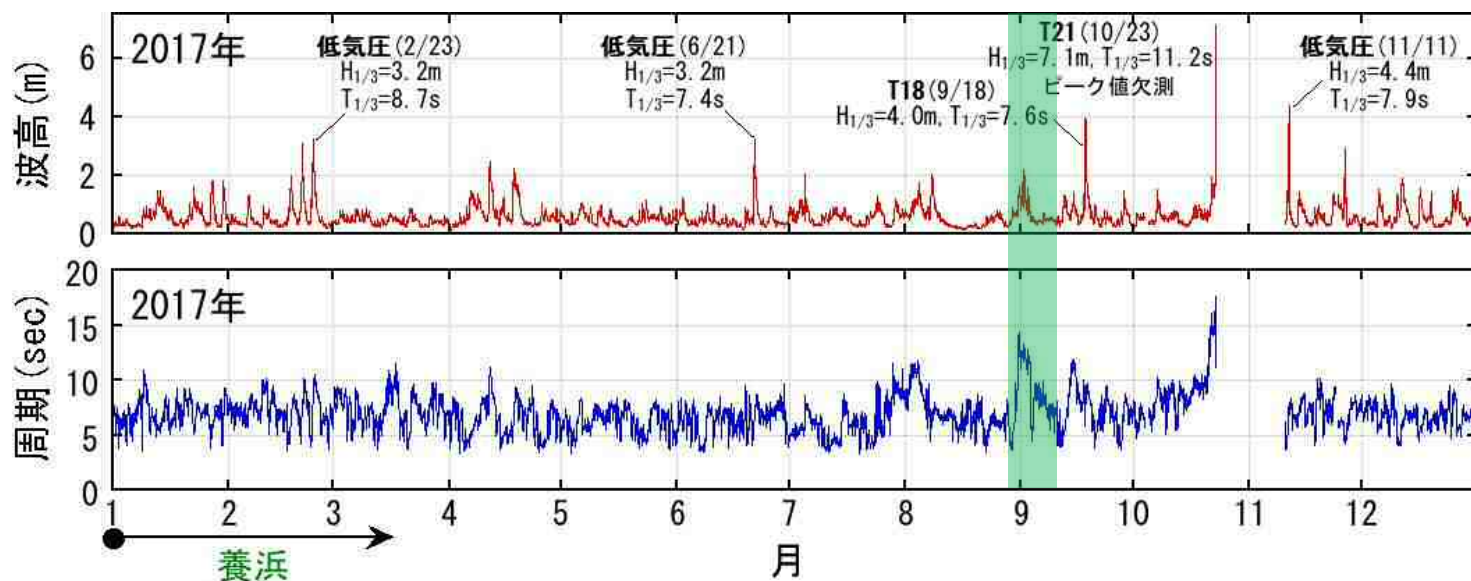


撮影開始：2007年1月30日～
撮影時間：6時～18時/日 毎正時50秒
解析方法：T.P.±0m, H<0.5mの連続撮影時間の平均化

図3.7 定点カメラの設置地点の撮影範囲

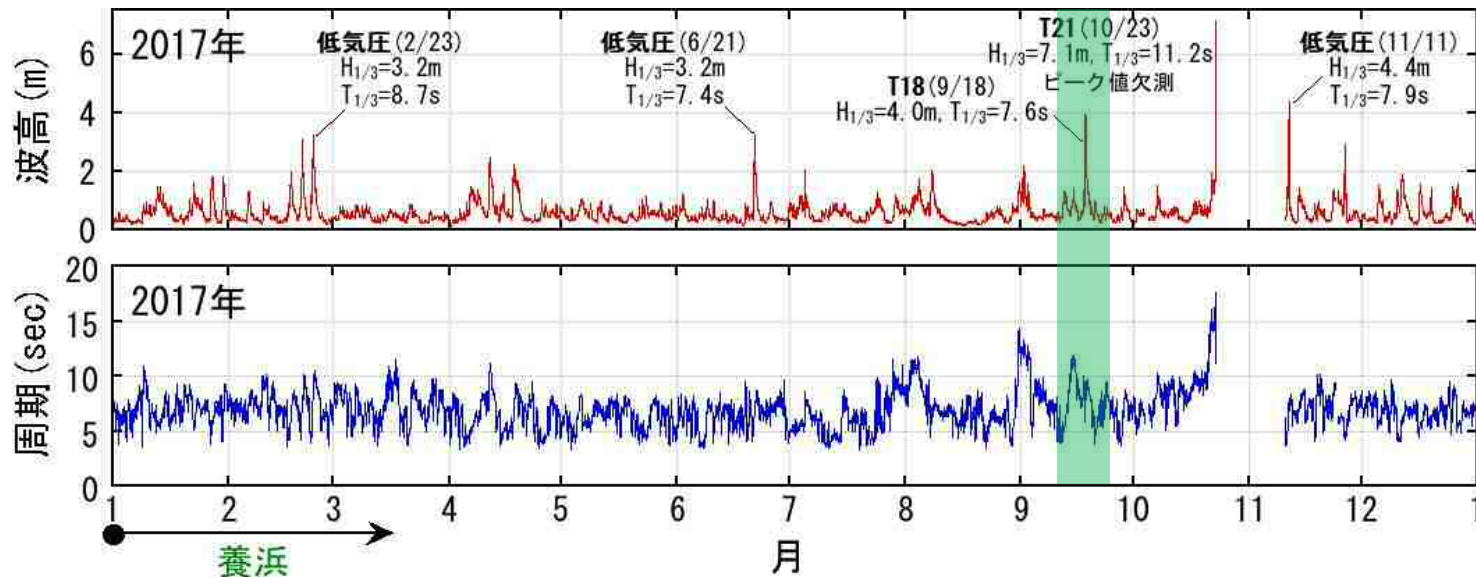
(4) 定点カメラ画像の解析

波高が低く周期の長い波浪が作用したが，前浜には礫カスプも見られず平滑な汀線形状であった．2号突堤はほぼ砂に埋まっている．



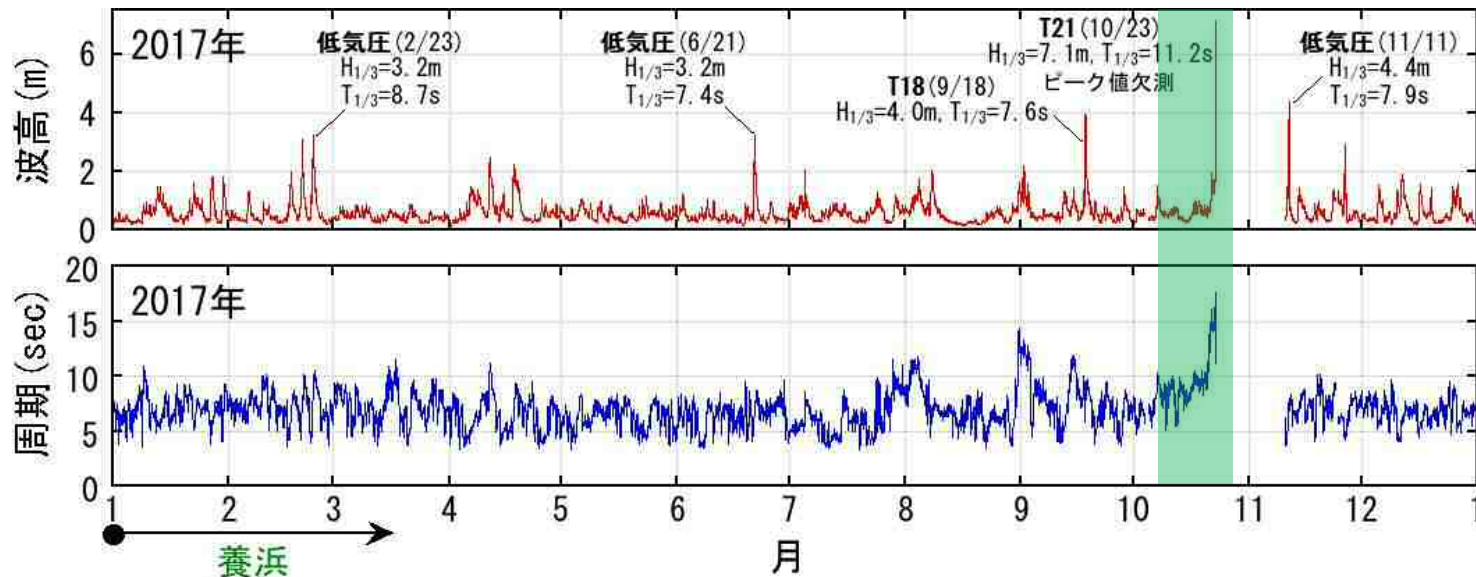
(4) 定点カメラ画像の解析

2017年台風18号による高波浪作用後、小規模な礫カスプが形成された。盛土の先端が削られたが前浜，後浜ともに安定している。



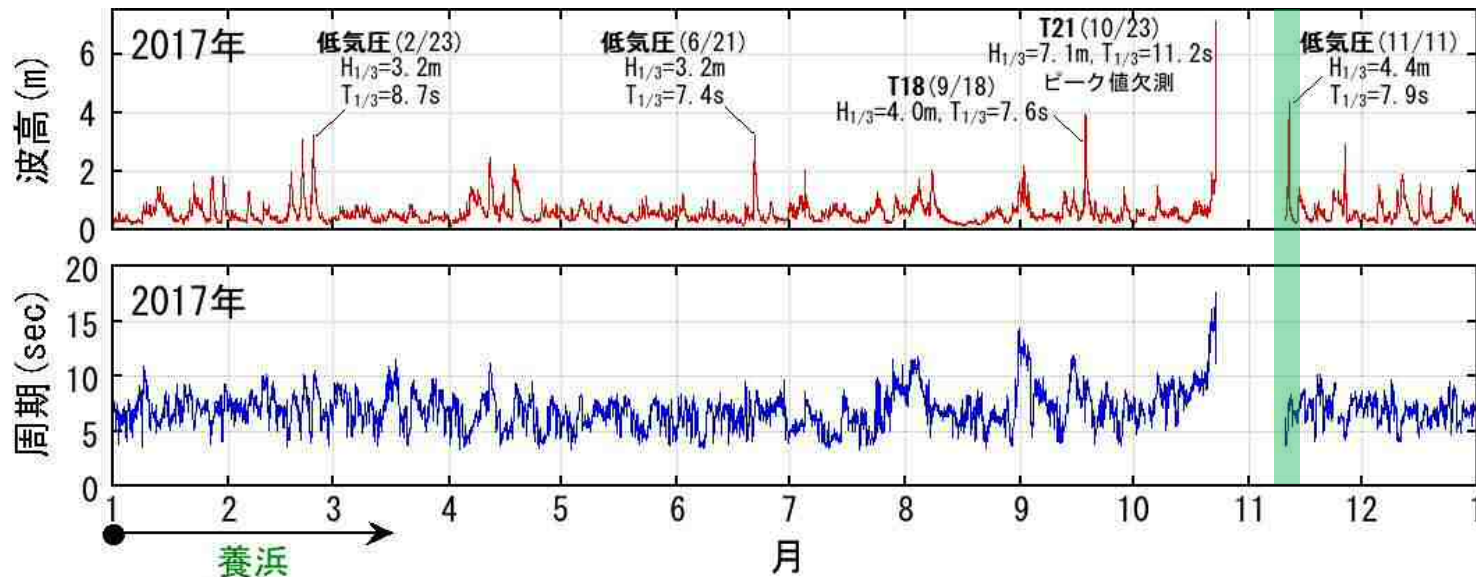
(4) 定点カメラ画像の解析

台風21号による高波浪が作用し波の遡上が遊歩道まで達した。後浜の地盤高が1m程度低下し前浜には波長の短い礫カスプが発達。



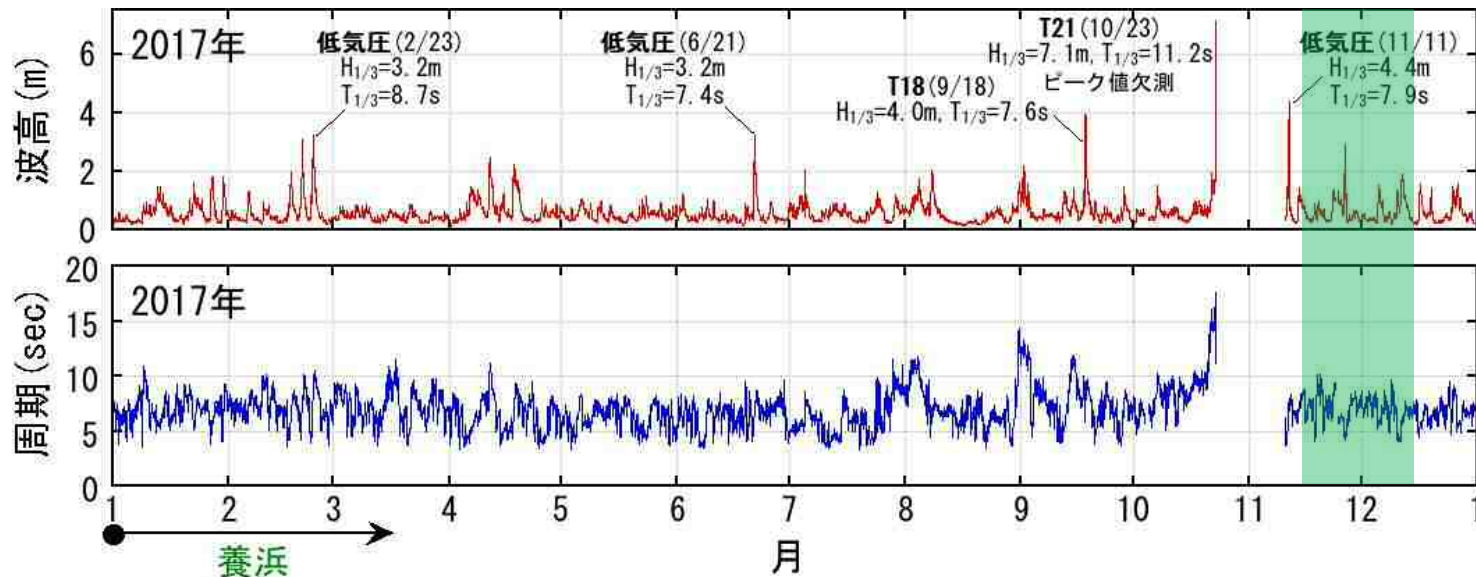
(4) 定点カメラ画像の解析

低気圧による高波浪が作用したが海浜は安定している。前浜とその陸側（台風21号による）に2列の礫カスポが発達する。



(4) 定点カメラ画像の解析

比較的静穏な時期が続き、前浜付近の礫カスプは目立たなくなった。2号突堤先端付近の地盤高がやや上昇した。



3 養浜後の地形変化

(5) 定点カメラ画像の解析

観測開始以降、計35万m³の養浜が行われた。この結果、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。高波浪が作用すると砂浜の高さが低くなるが、汀線付近には礫のカスポが形成され、汀線はほぼ安定している。その後、比較的静穏な時期や、周期の長い波浪が長時間作用すると、前浜に砂が戻り、汀線が滑らかになる。



図3.8 2007年5月12日～2017年2月28日 定点写真の平均化画像 M.S.L.

3 養浜後の地形変化

(6) 沖合も含めた地形変化

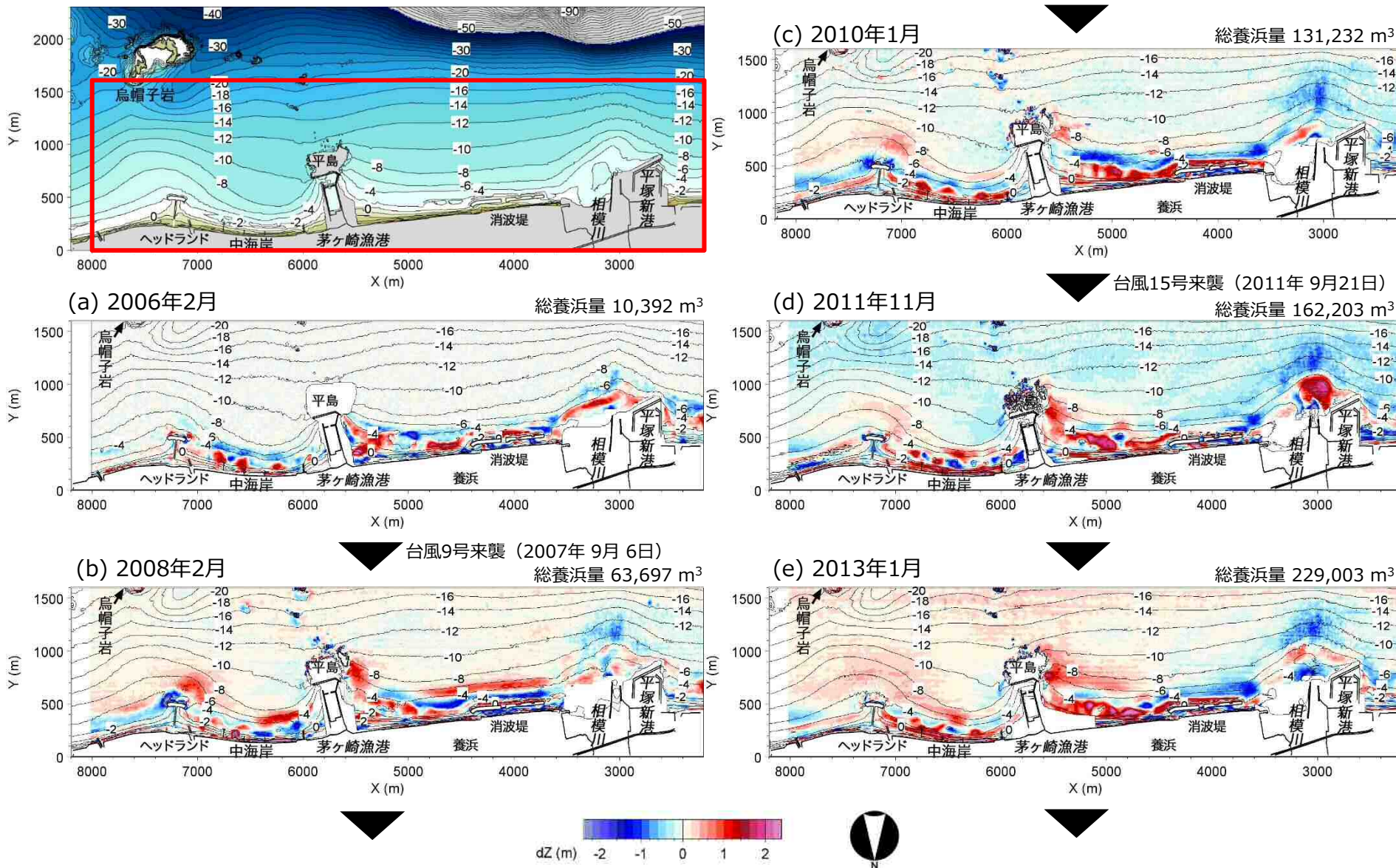


図3.9 NMB測量データの解析による地形変化 (養浜事業開始前の2005年2月基準)

3 養浜後の地形変化

(6) 沖合も含めた地形変化

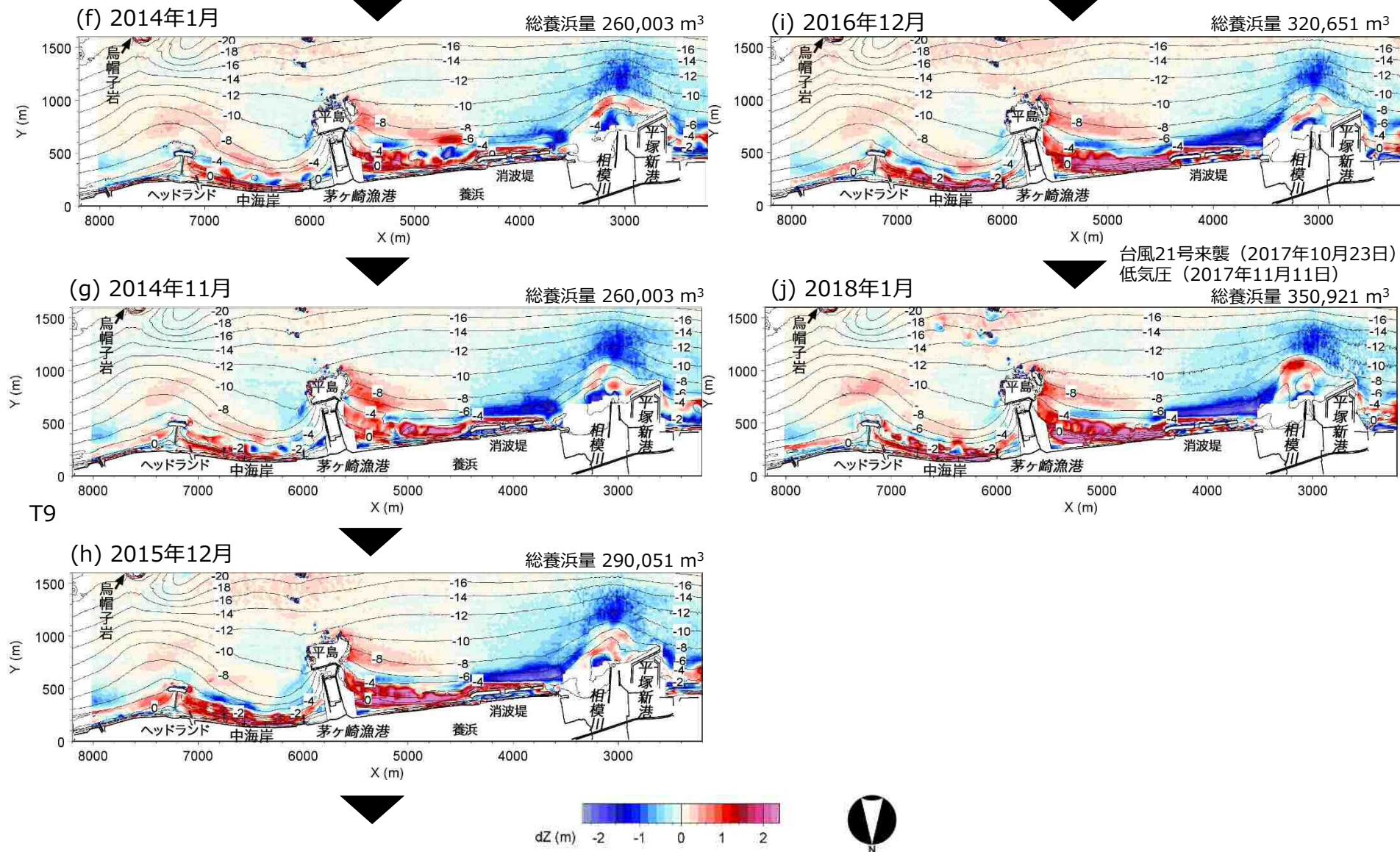


図3.9 NMB測量データの解析による地形変化（養浜事業開始前の2005年2月基準）

3 養浜後の地形変化

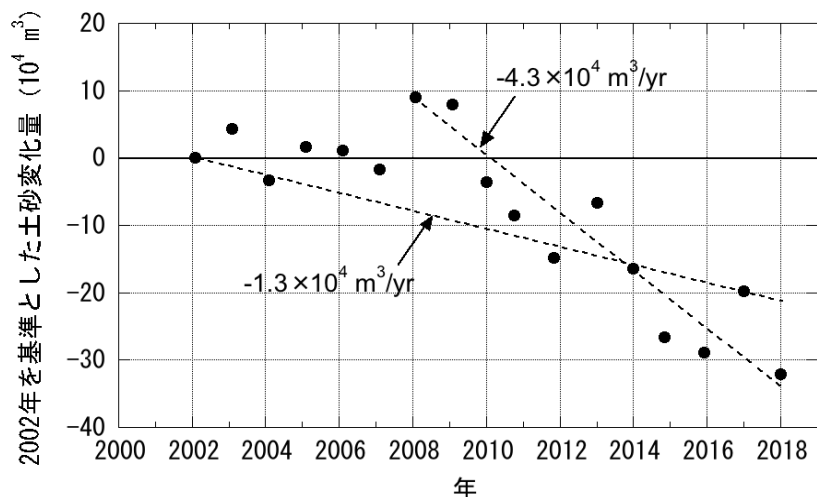


図3.10 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域A）

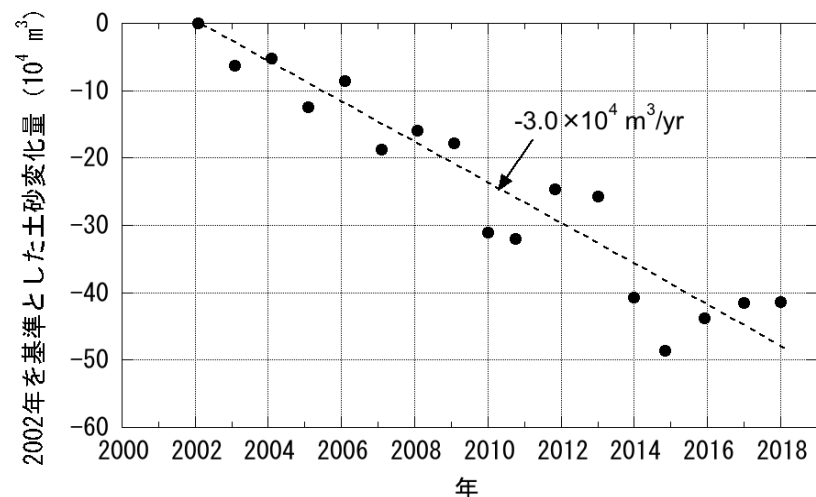
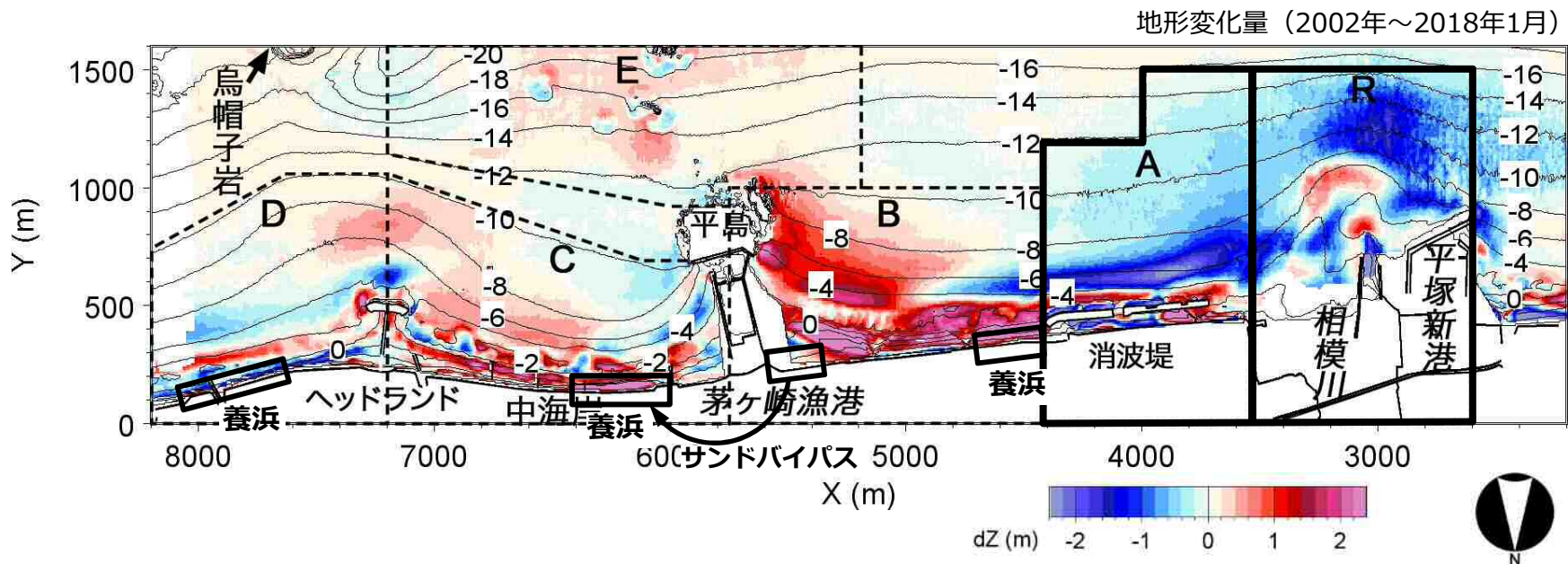


図3.11 2002年基準での海浜土砂量の経年変化（区域R）

相模川河口前面の区域Rでは、2002年以降 $-3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ で侵食傾向にある。
 柳島消波堤前面の区域Aでは、2009年以降 $-4.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ で侵食傾向にある。



3 養浜後の地形変化

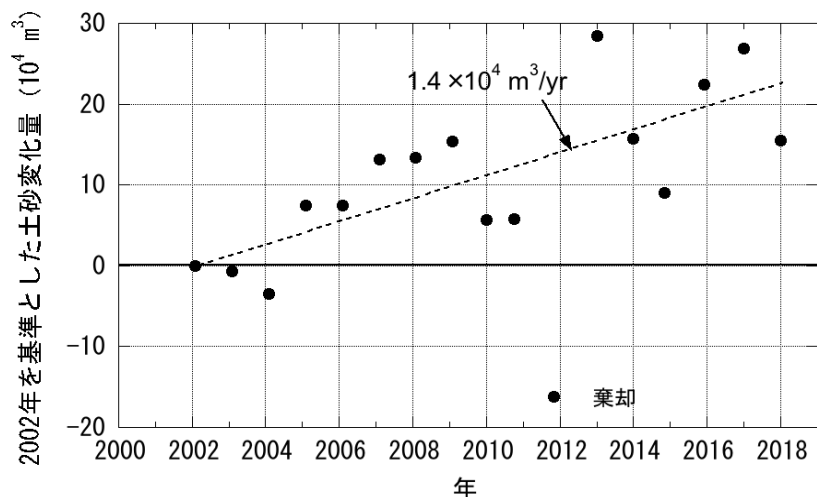


図3.12 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域E）

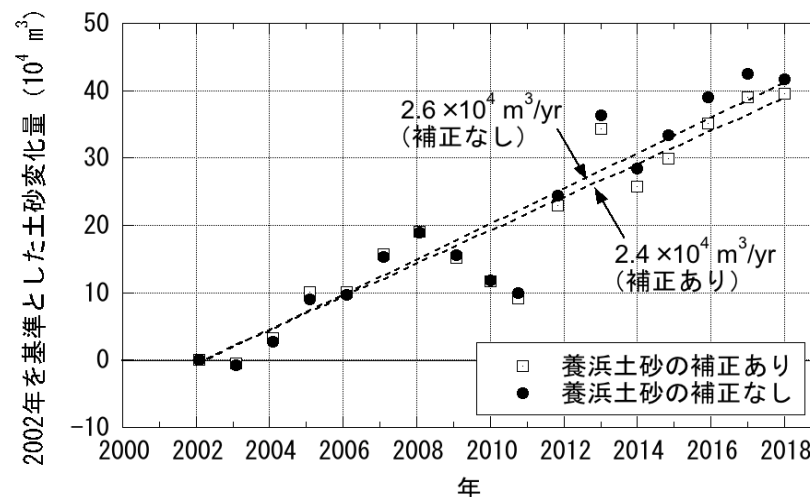
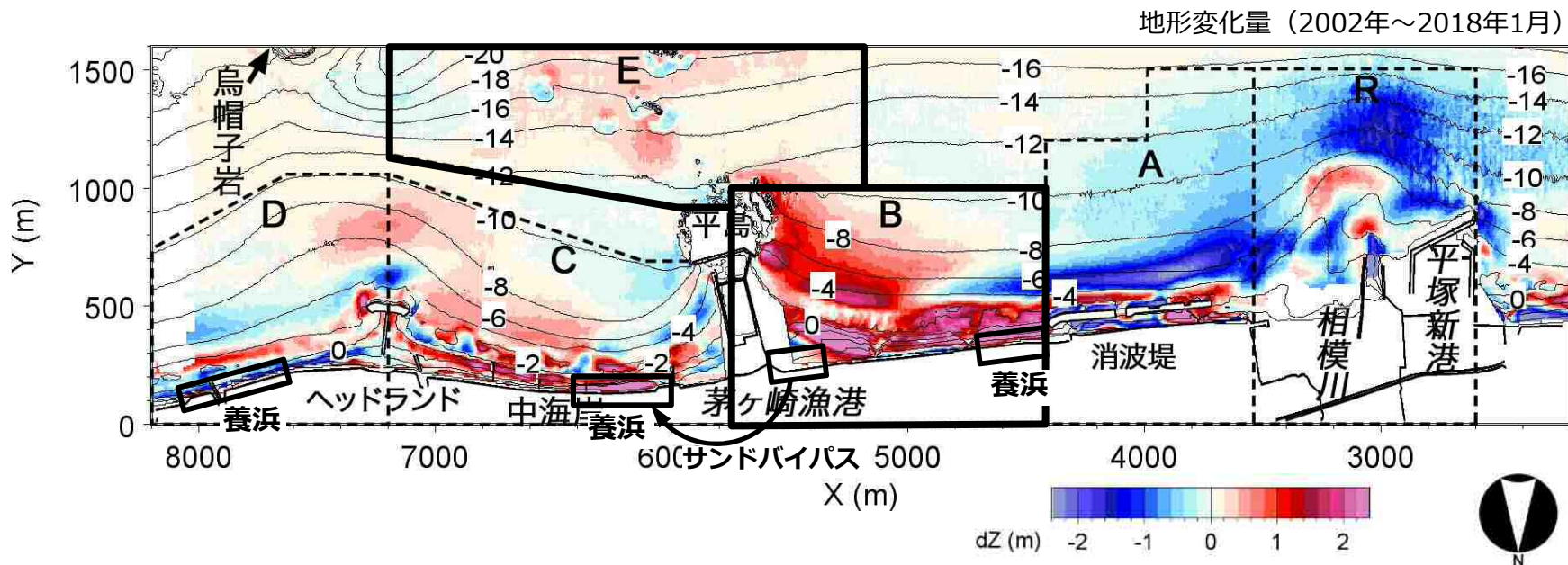


図3.13 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域B）

柳島消波堤東側から茅ヶ崎漁港間の区域Bは $+2.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ で堆積傾向にある。（漁港西側近傍は測量範囲外）．
茅ヶ崎漁港沖合の区域Eは、 $+1.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ で堆積傾向にある。



3 養浜後の地形変化

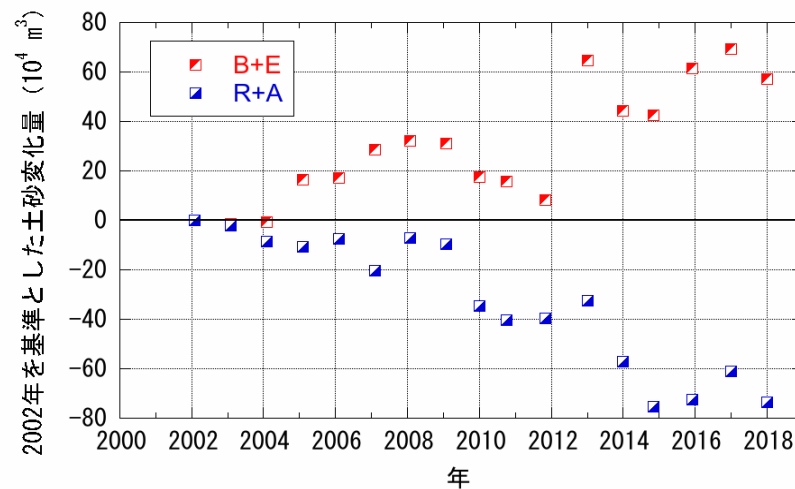
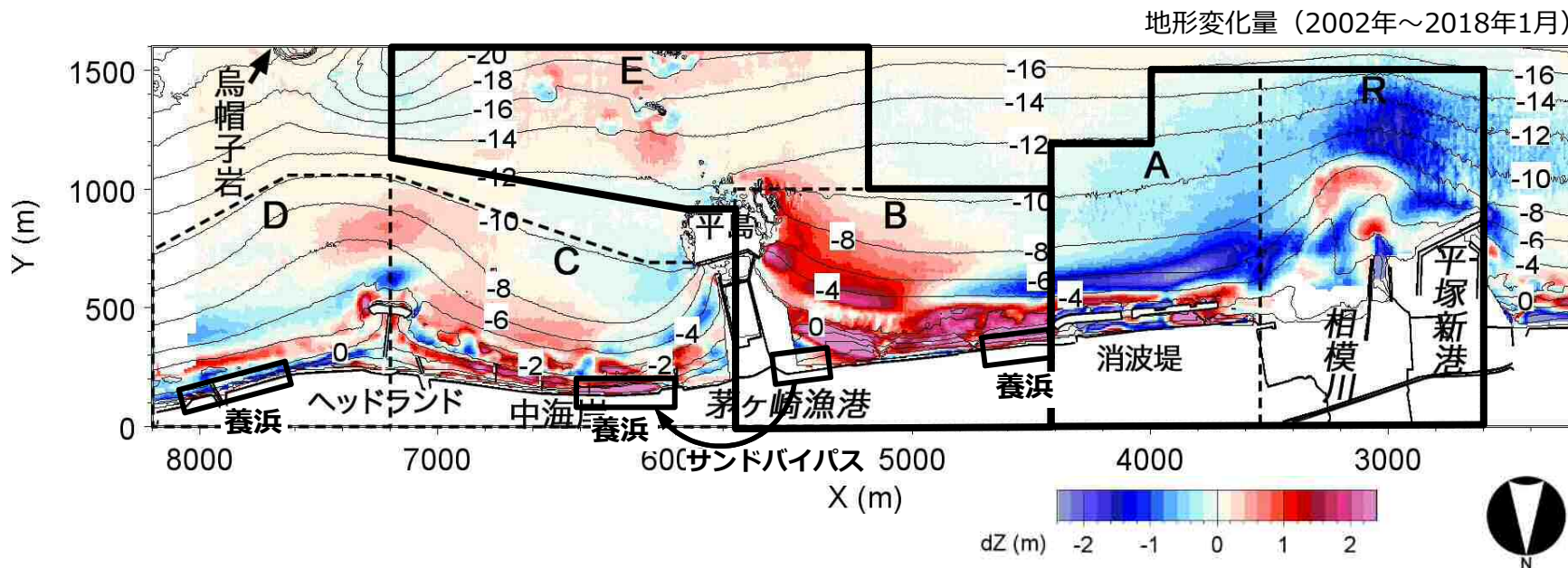


図3.14 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域B+E, R+A）

侵食域の区域R+区域A，堆積域の区域B+区域Eの経年変化より，2016年12月までに区域R+Aでは約70万m³の侵食，区域B+Eは約60万m³の堆積とほぼ同程度の値を示し，区域R+Aの侵食土砂が区域Bのみならず区域Eへと拡散している。



3 養浜後の地形変化

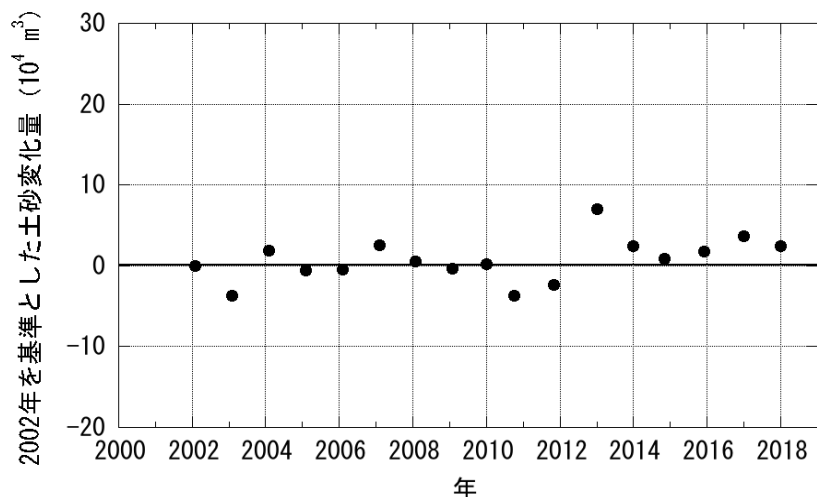


図3.15 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域D）

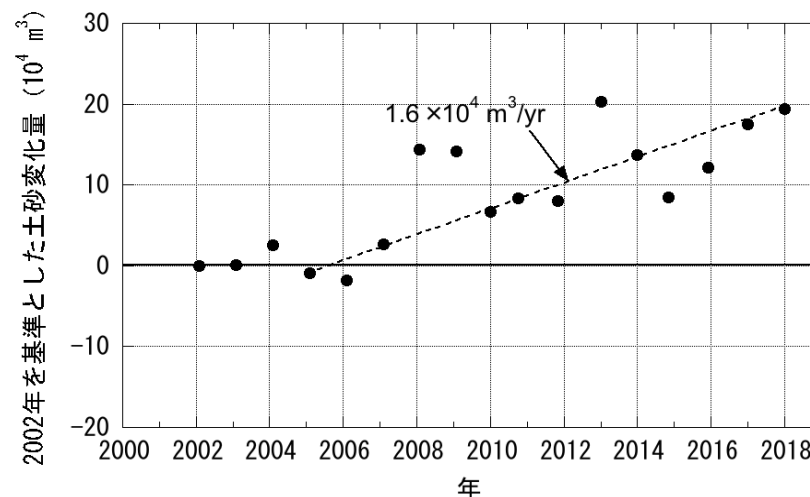
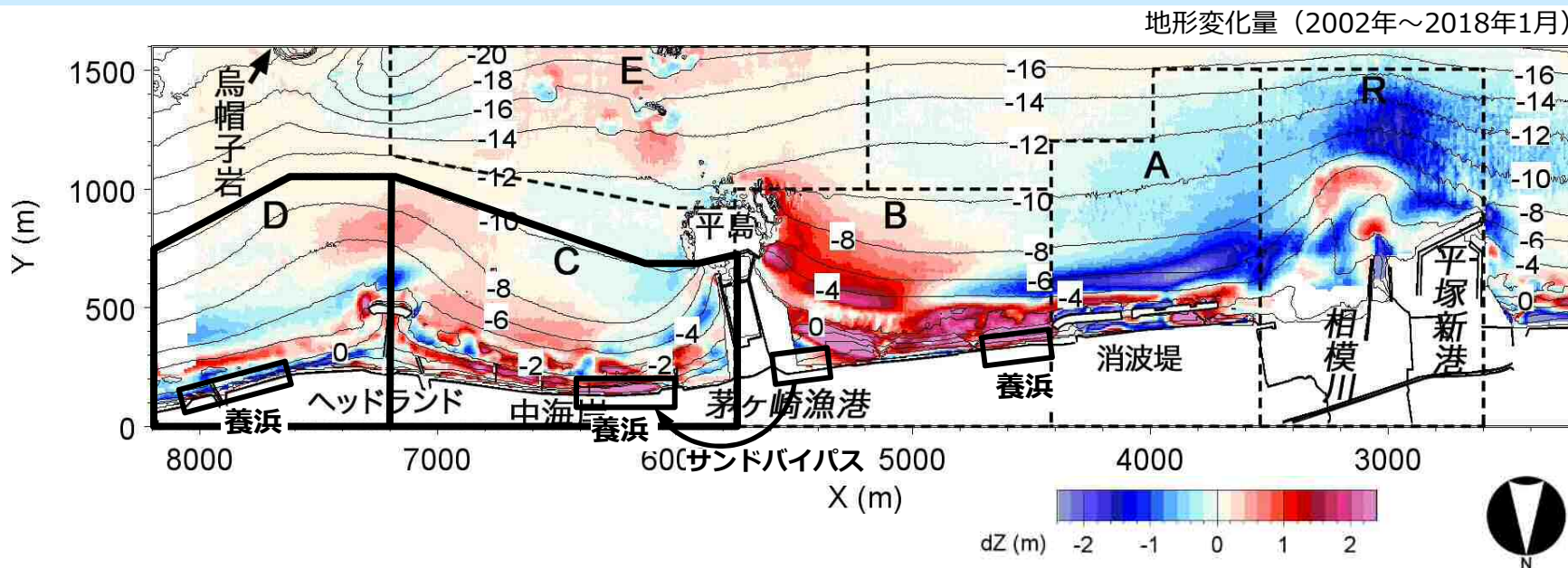


図3.16 2002年を基準とした海浜土砂量の経年変化（区域C）

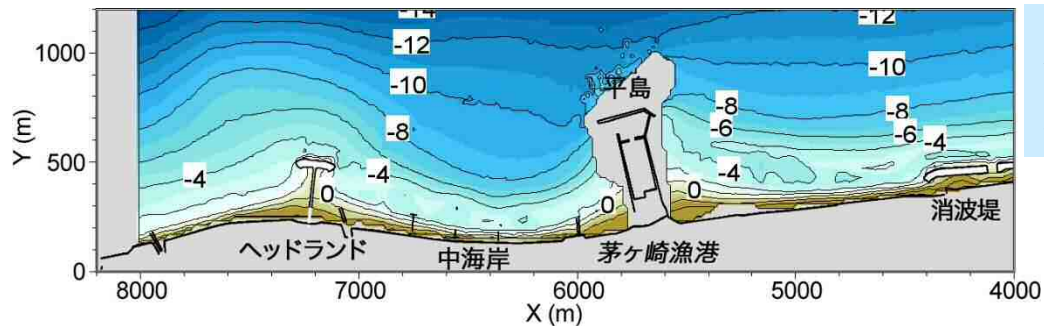
中海岸（区域C）では、2006年以降 $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の養浜が行われているが、堆積量は $1.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ である。残りの $1.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ は、東向きの沿岸漂砂によりヘッドランドを越えて菱沼海岸（区域D）へ供給されている。菱沼海岸では $0.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の養浜が行われているが、 $2.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の土砂がさらに東向きに運び去られ、土砂量は一定。ただし汀線付近の侵食が著しい。



3 養浜後の地形変化

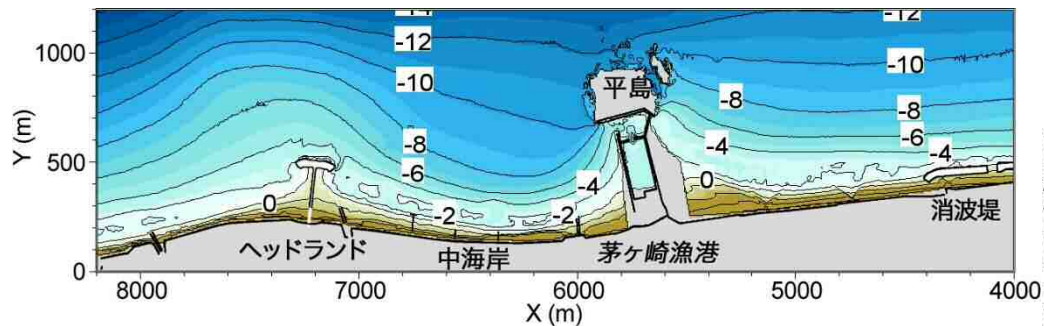
(7) 中海岸での養浜の効果

(a)2005年2月



汀線付近の集中的な堆砂により砂浜の地盤高が高くなり、
沖合も緩やかに堆積した。
堆積速度は1.6万m³/yr.

(b)2018年1月



(c)地形変化量

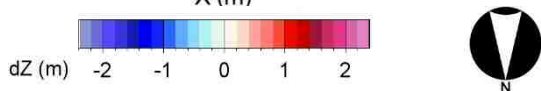
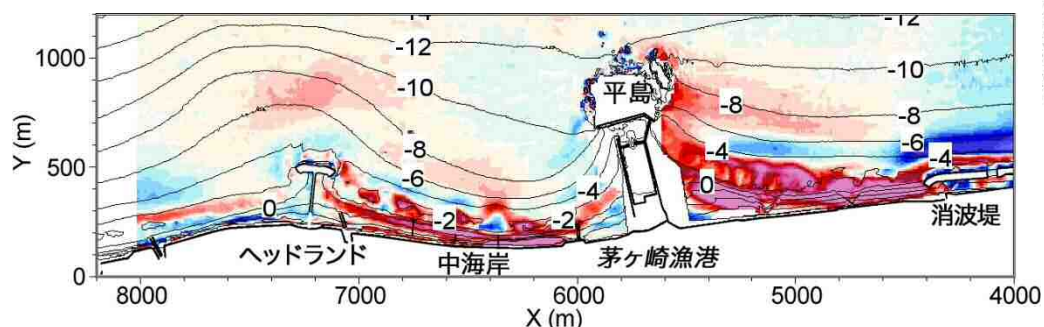


図3.17 計画養浜実施前後の地形変化 (2005年2月～2018年1月)

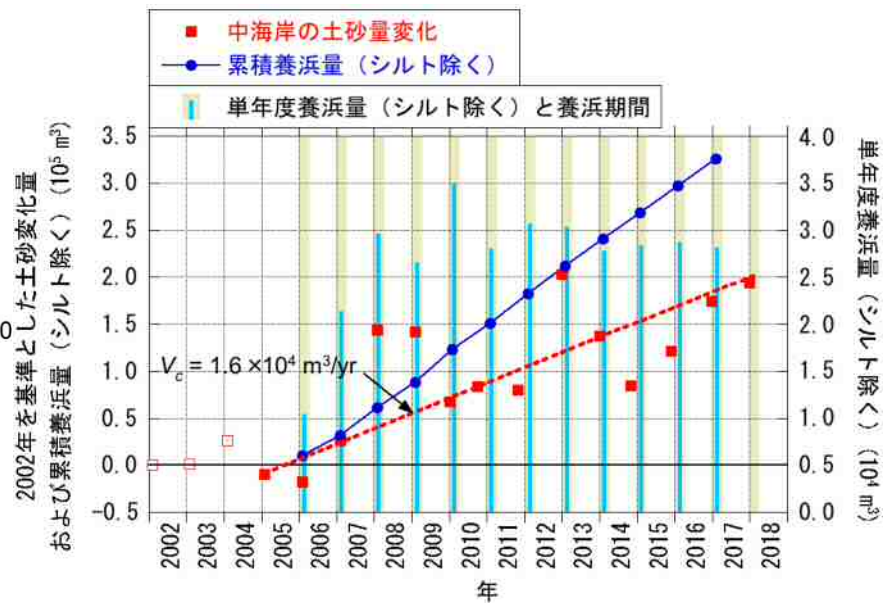


図3.18 中海岸における2005年以降の養浜実績と土砂量変化

3 養浜後の地形変化

(8) 茅ヶ崎漁港西側からのサンドバイパス増量の影響

茅ヶ崎漁港西側からのサンドバイパスは、平成27年度（2015年12月～2016年1月）では従来の0.3 m³/yrから1.45万 m³/yrに増量されたが、2016年11月時点では周辺海岸への影響はみられなかった。

平成28年度（2016年12月～2017年1月）も1.5万 m³/yrのサンドバイパスが行われた。

(a) 2016年11月6日



(b) 2017年12月16日



台風21号来襲（2017年10月23日）
低気圧（2017年11月11日）

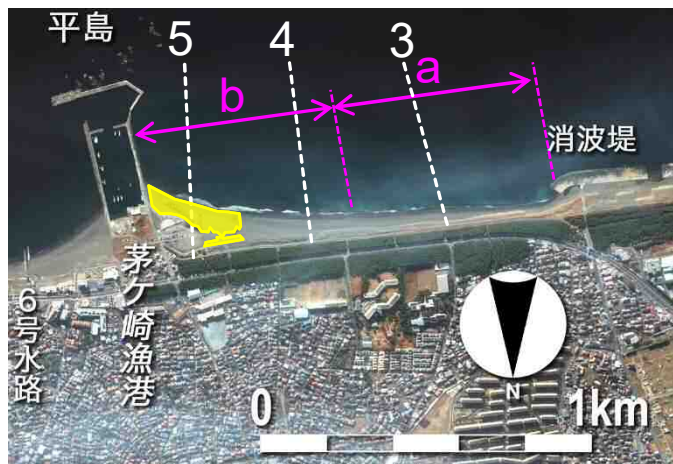


図3.19 茅ヶ崎中海岸の土砂動態（2005年10月, 2016年1月）

3 養浜後の地形変化

(8) 茅ヶ崎漁港西側からのサンドバイパス増量の影響

1.5万m³採取前の2016年11月から2017年12月6日までの汀線変化によれば、区域bでは漁港近傍で汀線が前進し、海浜面積が増加、一方、区域aでは消波堤近傍で汀線が後退し、海浜面積も減少した。中海岸でも同様に東側で汀線が前進し、西側で後退していることから、台風21号の高波浪による影響と考えられる。



- 14,500 m³採取 (2015年12月~2016年1月)
- 15,000 m³採取 (2016年12月~2017年1月)
- 台風21号来襲 (2017年10月23日)
- 低気圧 (2017年11月11日)

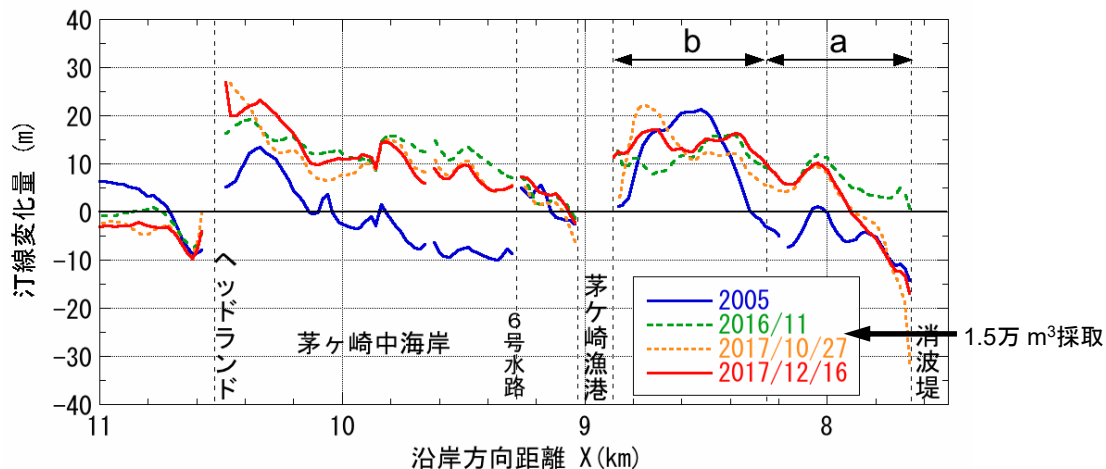


図3.20 汀線変化 (1996年基準)

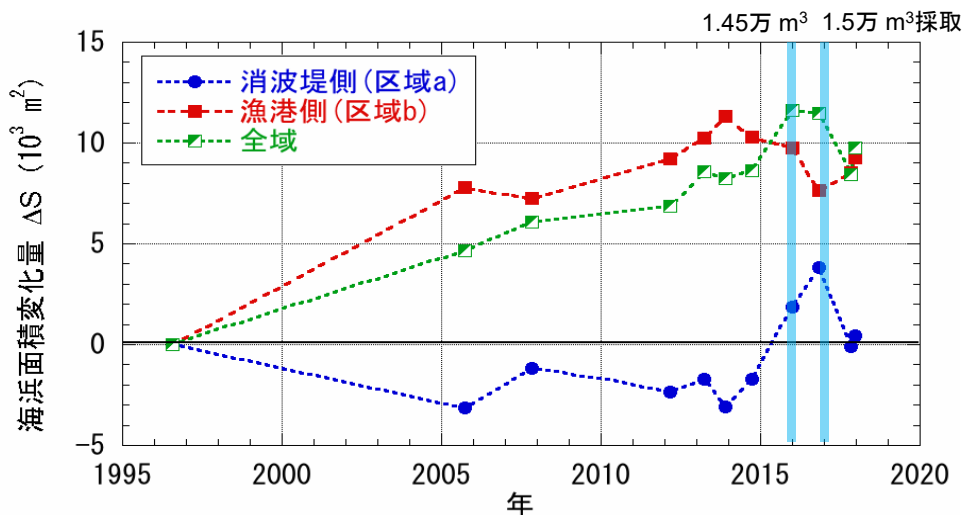


図3.21 ab区域の海浜面積変化 (1996年基準)

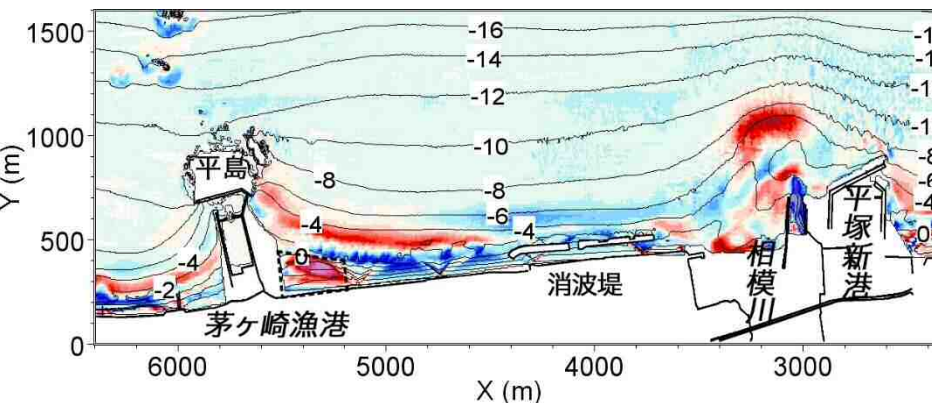
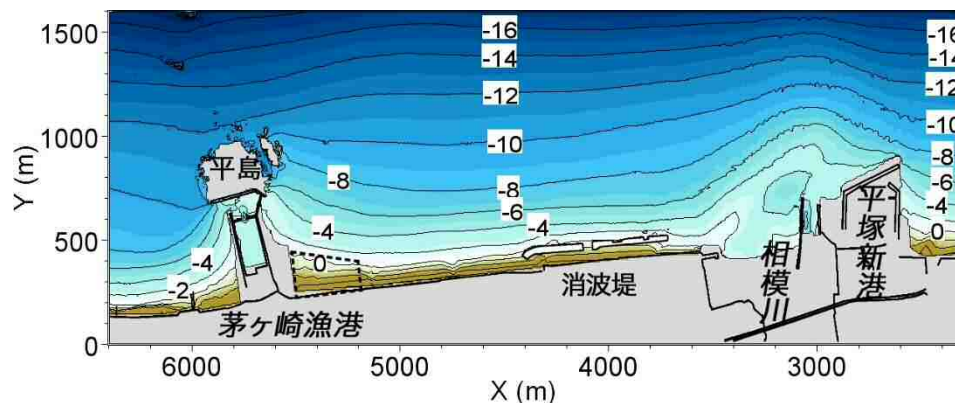
3 養浜後の地形変化

(8) 茅ヶ崎漁港西側からのサンドバイパス増量の影響

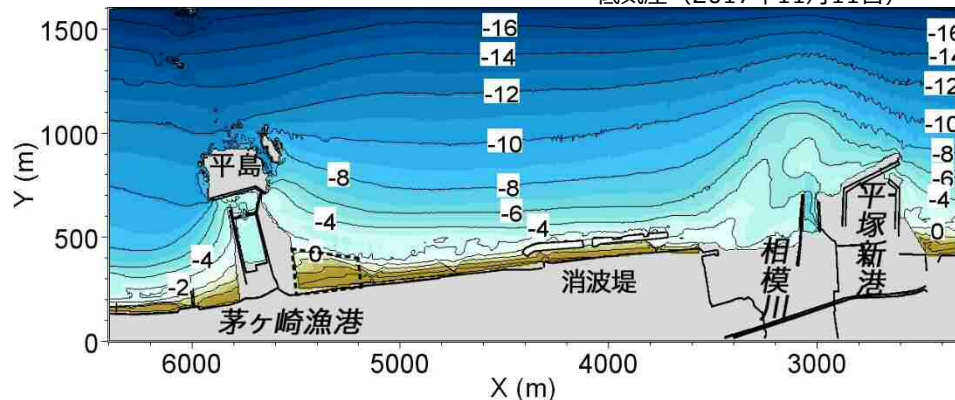
台風21号による東向きの沿岸漂砂の影響もあり、漁港西側近傍の採取範囲（破線の区域）は堆積傾向にあり、2016年12月よりも堆砂している状況にある。

台風21号による影響により、平成28年度（2016年12月～2017年1月）の1.5万 m^3/yr のサンドバイパスによる周辺海岸への影響は明らかでないが、採取個所で再び堆砂が起きたことが確認された。大規模採取による柳島海岸への影響に注意して今後もモニタリングを継続する必要がある。

(a)2016年12月



(b)2018年1月



台風21号来襲 (2017年10月23日)
低気圧 (2017年11月11日)

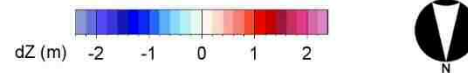


図3.23 地形変化量の平面分布 (2016年12月～2018年1月)

図3.22 茅ヶ崎漁港西側の深浅図 (2016年12月, 2018年1月)

3 養浜後の地形変化

(9) 沿岸漂砂 (砂の動き)

東向きの沿岸漂砂によりヘッドランドを越えて東側の海岸へ供給される土砂量は、養浜開始前の2005年の0.4万m³/yrに対して、現在は砂浜の回復に伴い1.4万m³/yrまで増加したと推定される。

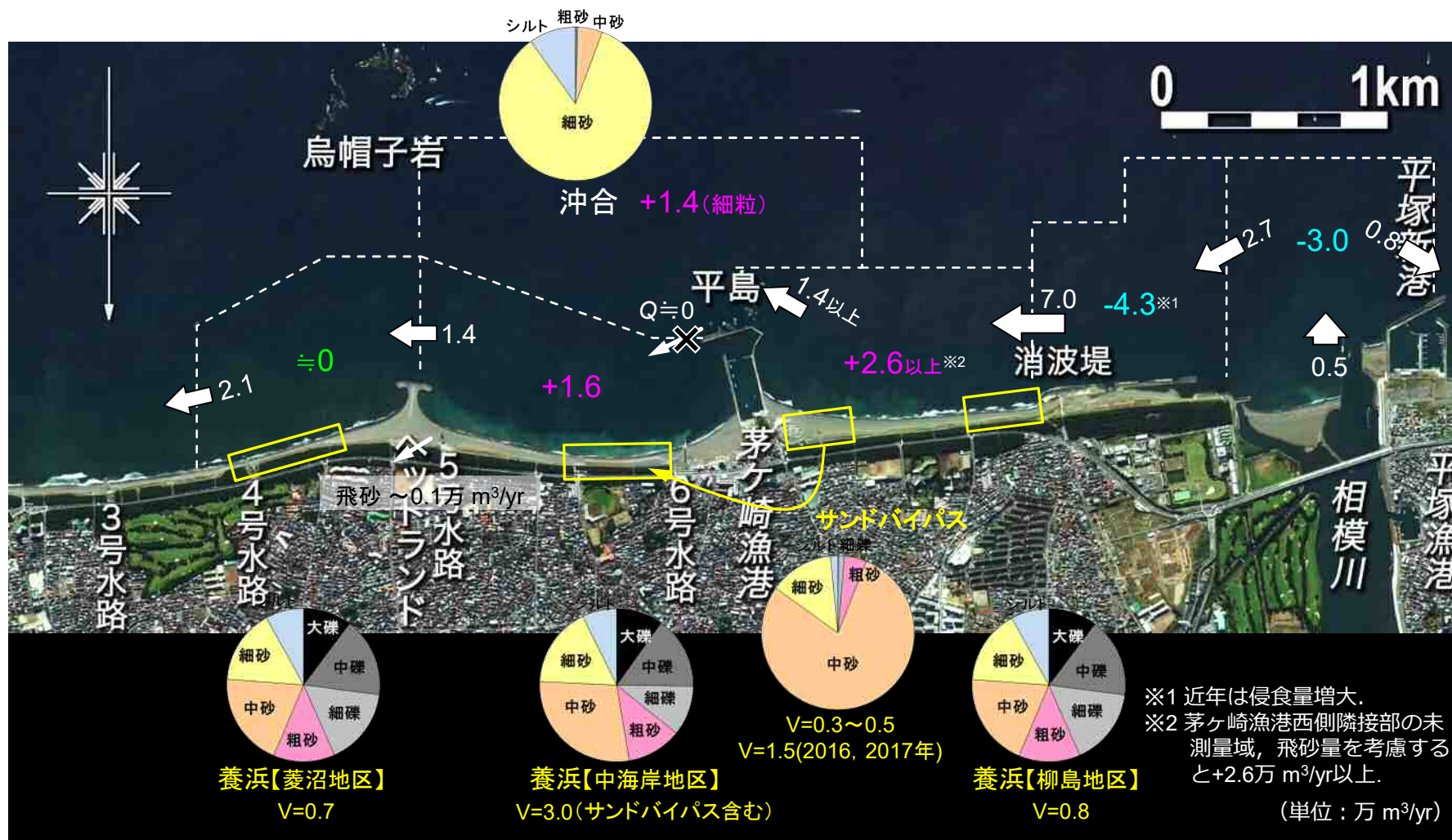


図3.24 茅ヶ崎中海岸の近年の土砂動態

3 養浜後の地形変化

(10) 海浜縦断形と底質の変化

ヘッドランド近傍の海岸は、海岸中央部に比べて安定している。主に細砂と中砂で構成され、水深が深くなるほど細砂が多い。

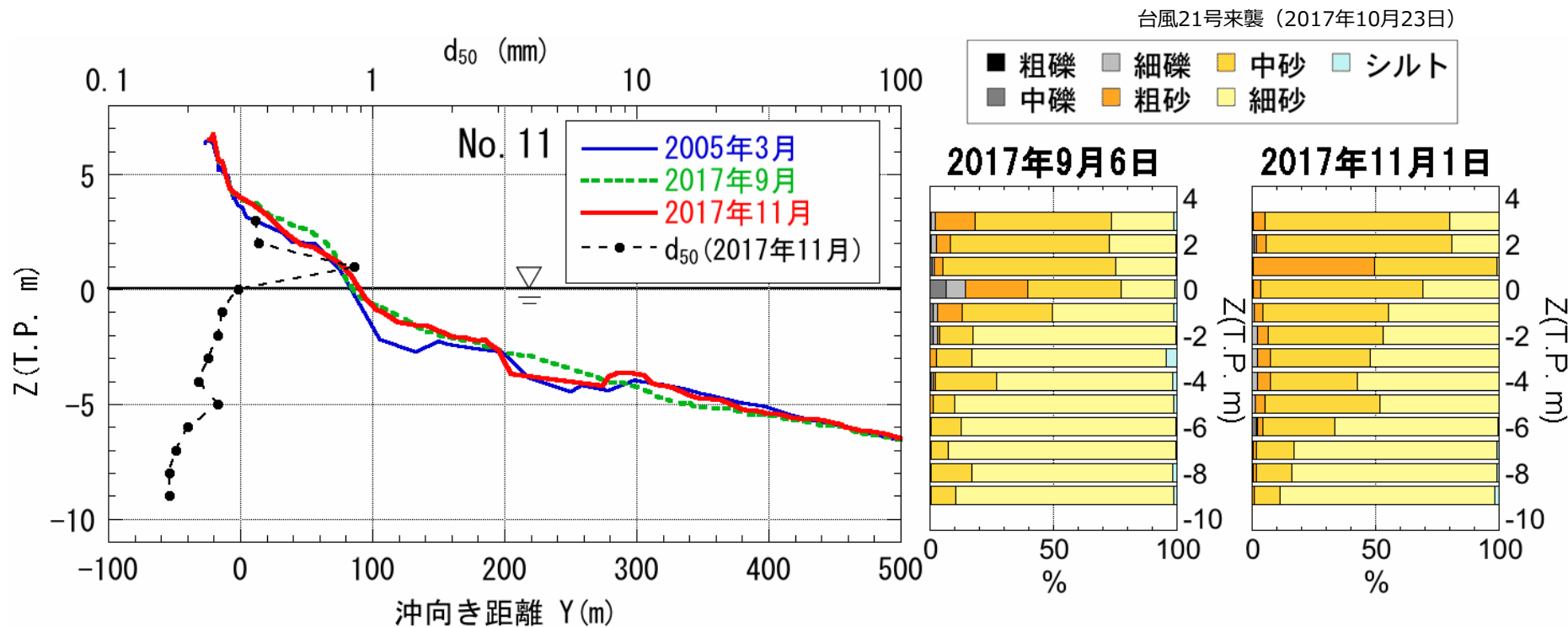


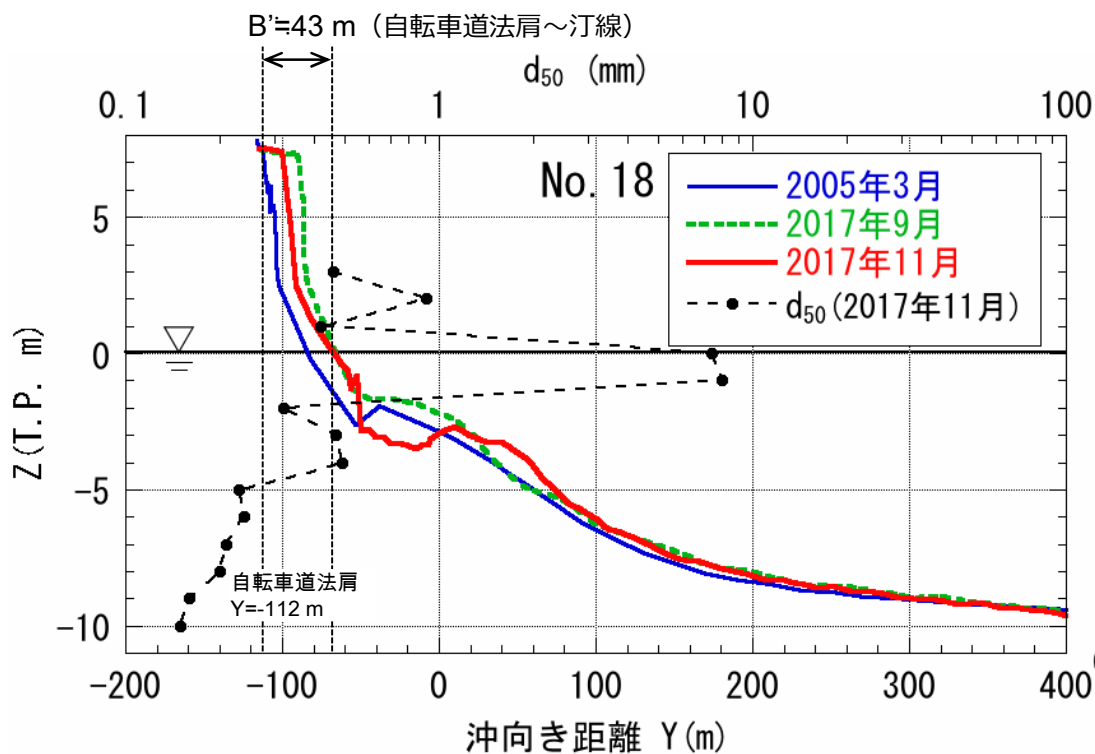
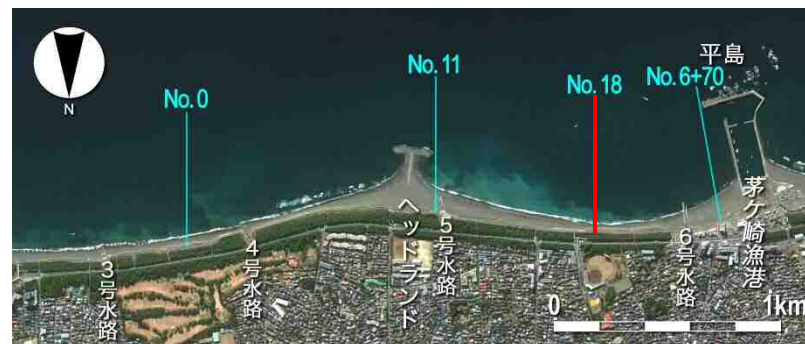
図3.25 海浜縦断形の変化と粒度組成 (2017年9月と11月) の水深分布 : No.11

3 養浜後の地形変化

(10) 海浜縦断形と底質の変化

高波浪の作用によって地形変化が起こるが、主に礫で構成される汀線付近は比較的安定している。

台風21号来襲直後（2017年11月1日）の浜幅 B' は約43 mであった。その後、低気圧による高波浪の影響を受け、2018年1月時点では $B'=40.3$ mとなる。



台風21号来襲（2017年10月23日）



2017年9月6日

2017年11月1日

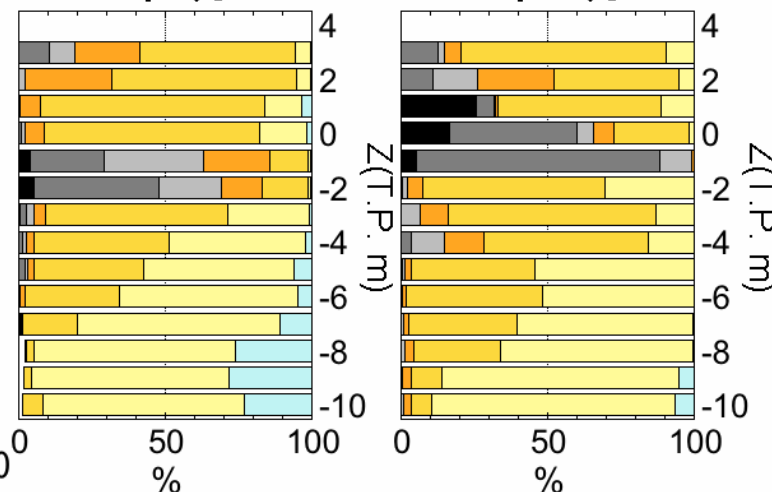


図3.26 海浜縦断形の変化と粒度組成（2017年9月と11月）の水深分布：No.18

3 養浜後の地形変化

(10) 海浜縦断形と底質の変化

ヘッドランド近傍 (No. 11) と同様に、サザンビーチの海岸も比較的安定し、細砂と中砂で構成される。

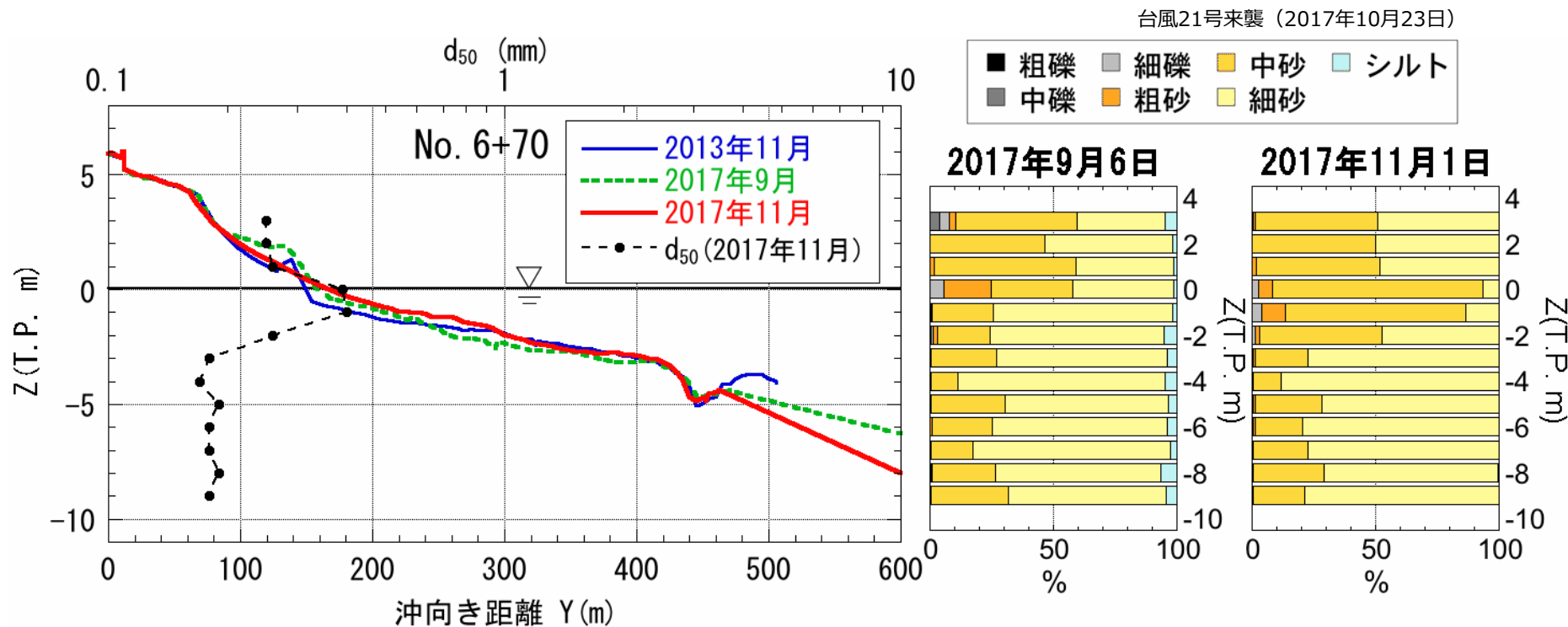
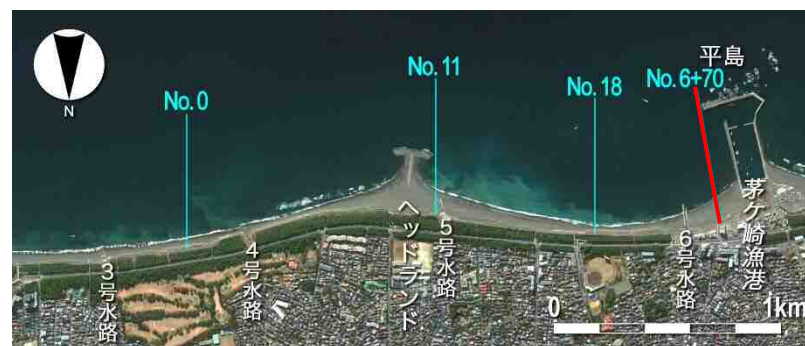


図3.27 海浜縦断形の変化と粒度組成 (2017年9月と11月) の水深分布 : No.6+70

4 計画浜幅の達成状況と防護機能評価

養浜計画では、防護・環境・利用の観点から、計画浜幅 $B=40\text{ m}$ （自転車道法肩～汀線までの距離 $B'=50\text{ m}$ ）が設定された。

防護水準

- 計画護岸高：T.P.+6.5m
- 波のうちあげ高（規則波）： $R+H.H.W.L.+$ 余裕高 $0.5\text{ m} < \text{T.P.}+6.5\text{ m}$
- 越波流量（不規則波）： $q < 0.02\text{ m}^3/\text{m/s}$
- 根固め機能（短期変動時に護岸基部の露出を防ぐための浜幅）： $B > 20\text{ m}$

目標浜幅

- 相模湾沿岸海岸保全基本計画での目標浜幅： $B \geq 30\text{ m}$
- 環境、利用への配慮（1970年代の汀線）： $B \approx 40\text{ m}$

外力条件

- 波浪：設計波（1/30 確率波， $H_o'=8.7\text{ m}$ ， $T=12.6$ ）を最大とした波浪
- 潮位：設計高潮位 H.H.W.L.（T.P.+1.56m）

現状海浜（No.18m, 2006.12, $B=15\text{ m}$ ）

- うちあげ高： $\text{T.P.}+6.64 > \text{T.P.}+6.5\text{ m} \rightarrow \text{NG}$
- 越波流量： $0.041 > 0.02\text{ m}^3/\text{m/s} \rightarrow \text{NG}$
- 根固め機能： $B=15\text{ m} \rightarrow \text{NG}$
- 目標浜幅： $B=15\text{ m} \rightarrow \text{NG}$

計画海浜断面（No.18m, $B=40\text{ m}^*$ ）

- うちあげ高： $\text{T.P.}+6.39 < \text{T.P.}+6.5\text{ m} \rightarrow \text{OK}$
- 越波流量： $\rightarrow \text{OK}$
- 根固め機能： $B \approx 40\text{ m} \rightarrow \text{OK}$
- 目標浜幅： $B \approx 40\text{ m} \rightarrow \text{OK}$

※短期変動量 10m 考慮，自転車道法肩～汀線 $\approx 50\text{ m}$

(a) 1979年3月～9月



(b) 2005年12月

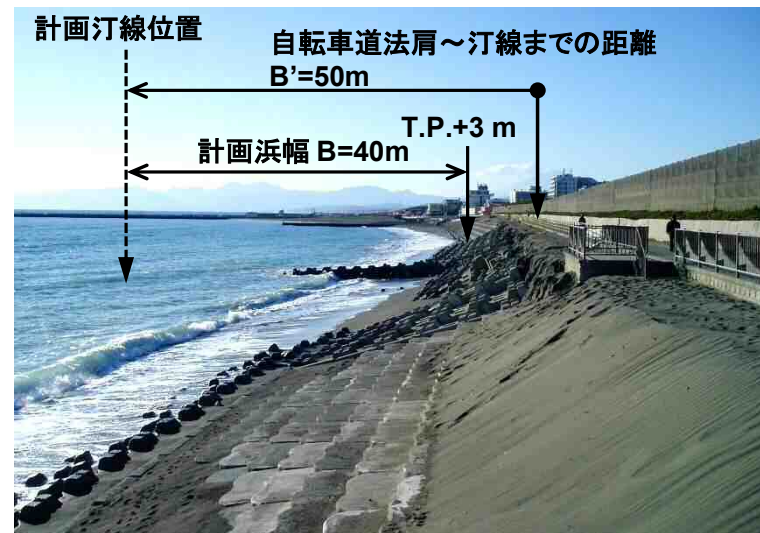


図4.1 1979年と養浜前の2005年の海岸の状況

4 計画浜幅の達成状況と防護機能評価

2018年1月時点の海岸中央部 (No.18) の浜幅 (自転車道法肩～汀線) は $B'=40.3$ mであり, 計画浜幅を達成していない。
 2017年12月16日と2018年1月31日の定点カメラ画像を比べると, 2018年1月31日は一部の箇所わずかに汀線が前進している (短期間で数m汀線前進)。なお, No. 18は浜幅が最も狭い箇所の東側に位置する。

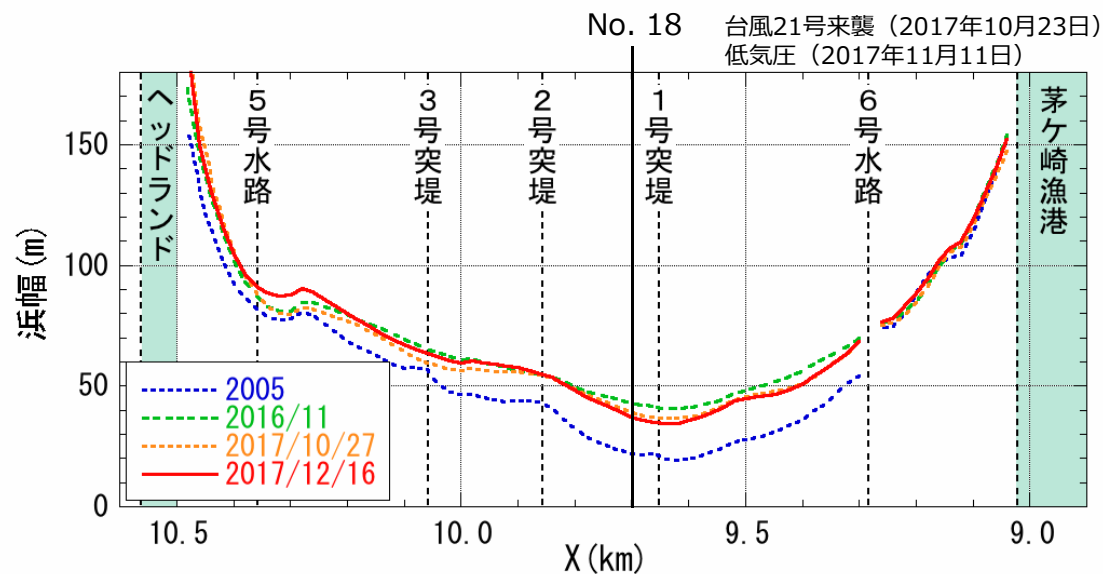


図4.2 浜幅 B' (自転車道法肩～汀線) の沿岸方向分布

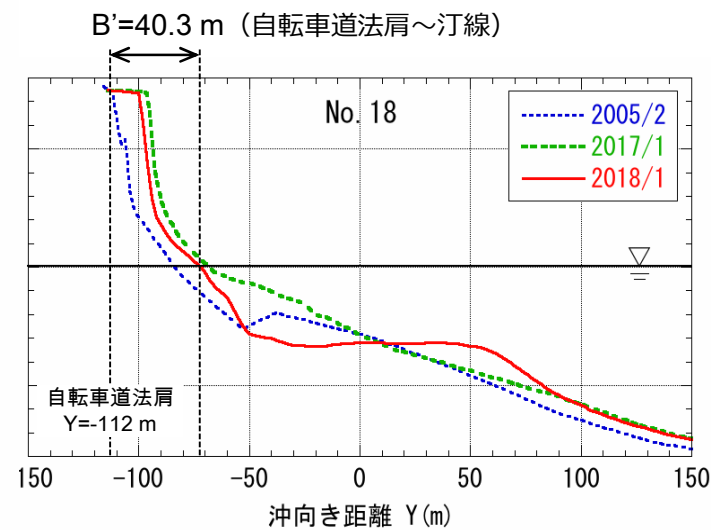


図4.3 No.18の海浜縦断形

4 計画浜幅の達成状況と防護機能評価

養浜後、浜幅は経年的に回復（前進）傾向にあるが、2017年は台風21号や低気圧による高波浪の影響を受けた。



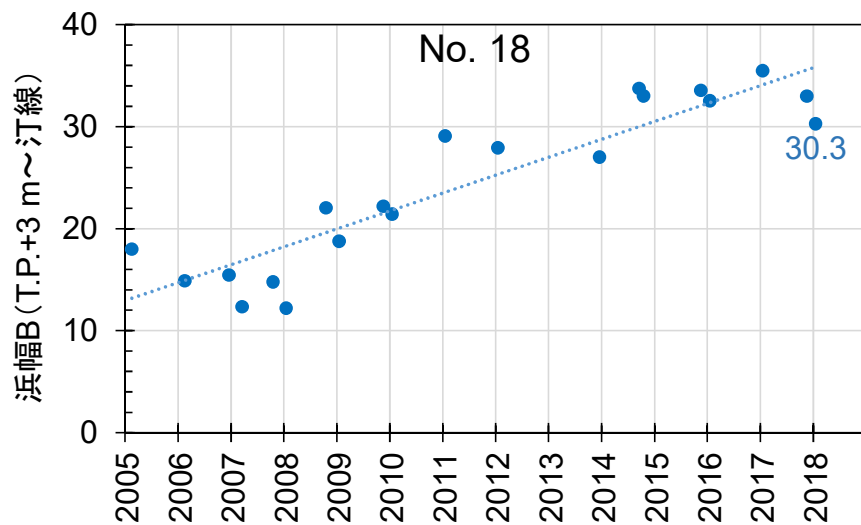
台風21号来襲（2017年10月23日 6:00）



低気圧（2017年11月11日 14:00）



(a) 浜幅B



(b) 自転車道法肩～汀線 B'

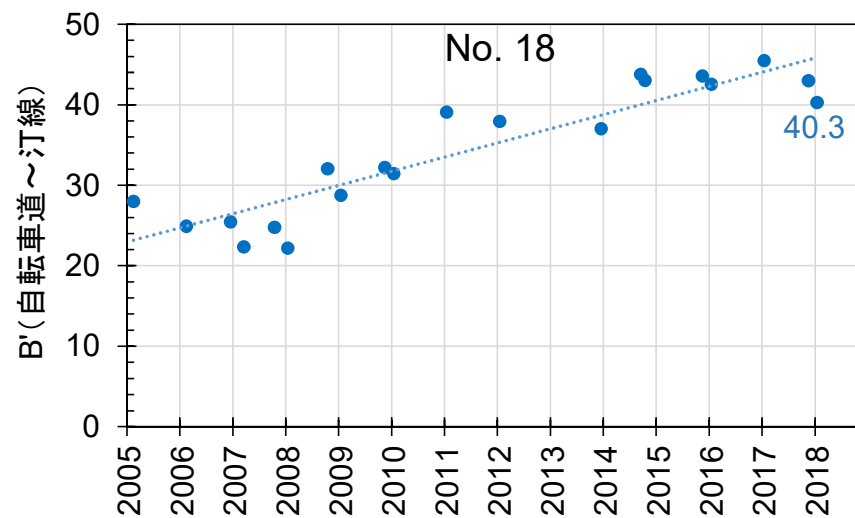


図4.4 浜幅検証断面 (No.18) の浜幅BとB'の変化

4 計画浜幅の達成状況と防護機能評価

計画浜幅を達成していないが、沖合の堆積により防護水準は満足している。一方、2018年1月時点では、台風21号により水深2~3 mにトラフ（深み）が形成されているため、波高4 m以下の波がバーを通過して汀線付近で砕波し、波のうちあげ高が高くなる。

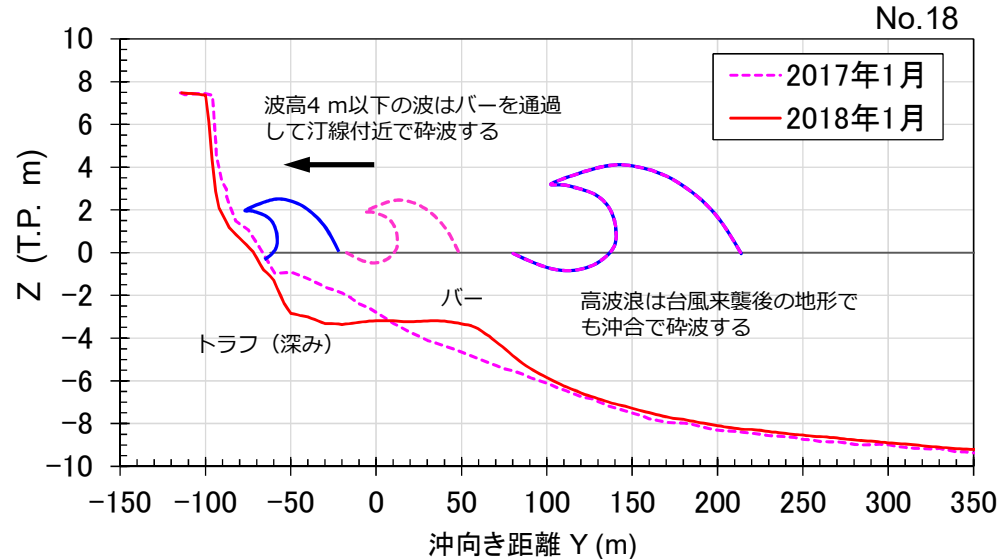
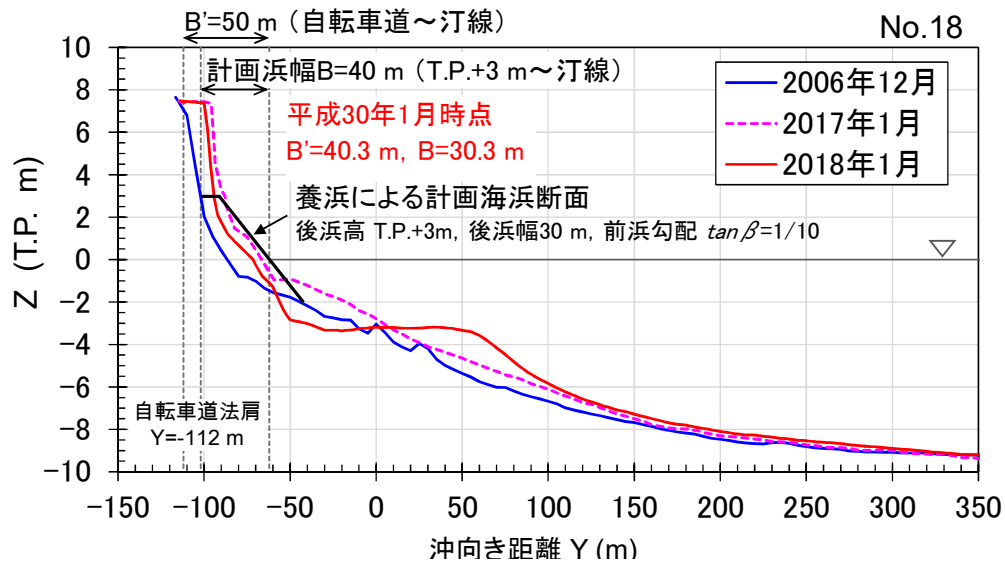


図4.5 浜幅検証断面 (No.18) の縦断形変化と計画浜幅B

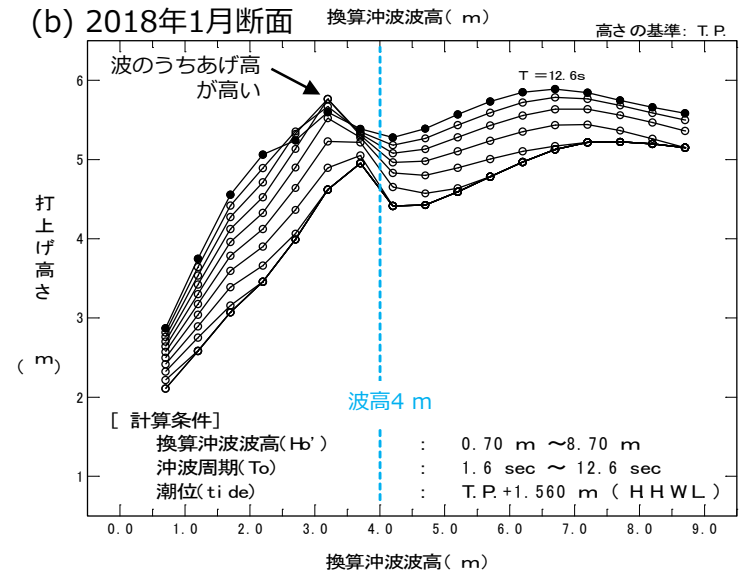
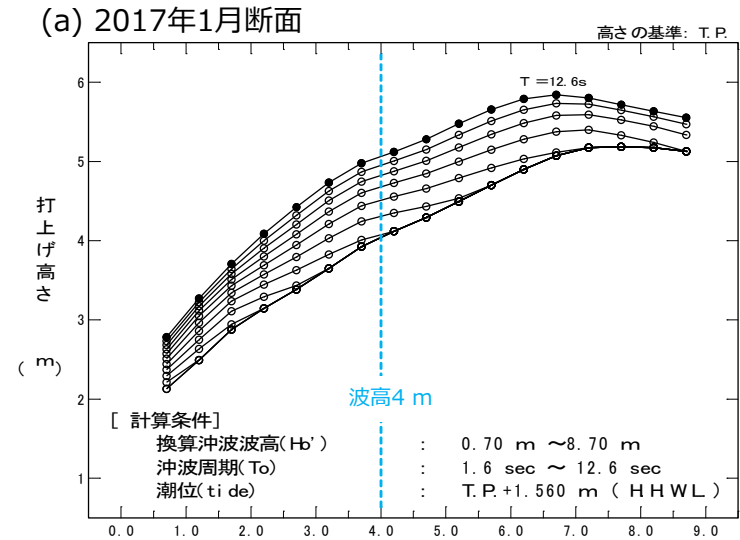


図4.6 波のうちあげ高の算出結果 (余裕高+0.5 m考慮無し)

4 計画浜幅の達成状況と防護機能評価

養浜により回復しつつある海岸では、サーフィンや釣り、散歩などの利用が行われているが、環境・利用に配慮した目標海浜像 $B \geq 40$ m (1970年代の砂浜) は満足していない。

(a)環境・利用に配慮した目標海浜像 (1979年3月～9月撮影)



(b)養浜後の現在の砂浜 (2018年3月14日撮影)



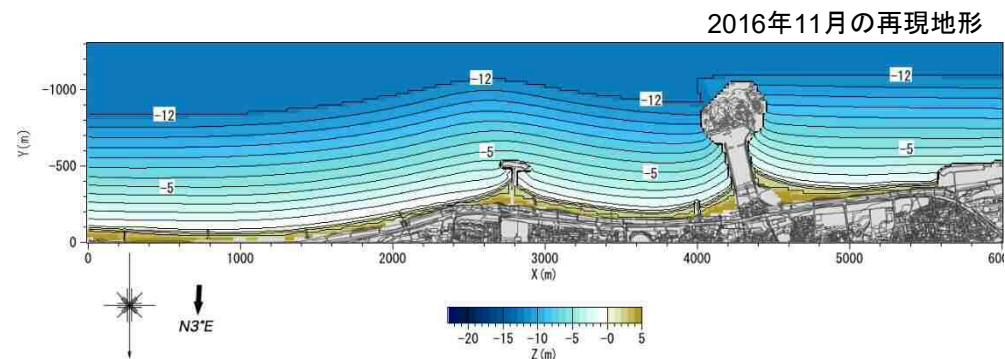
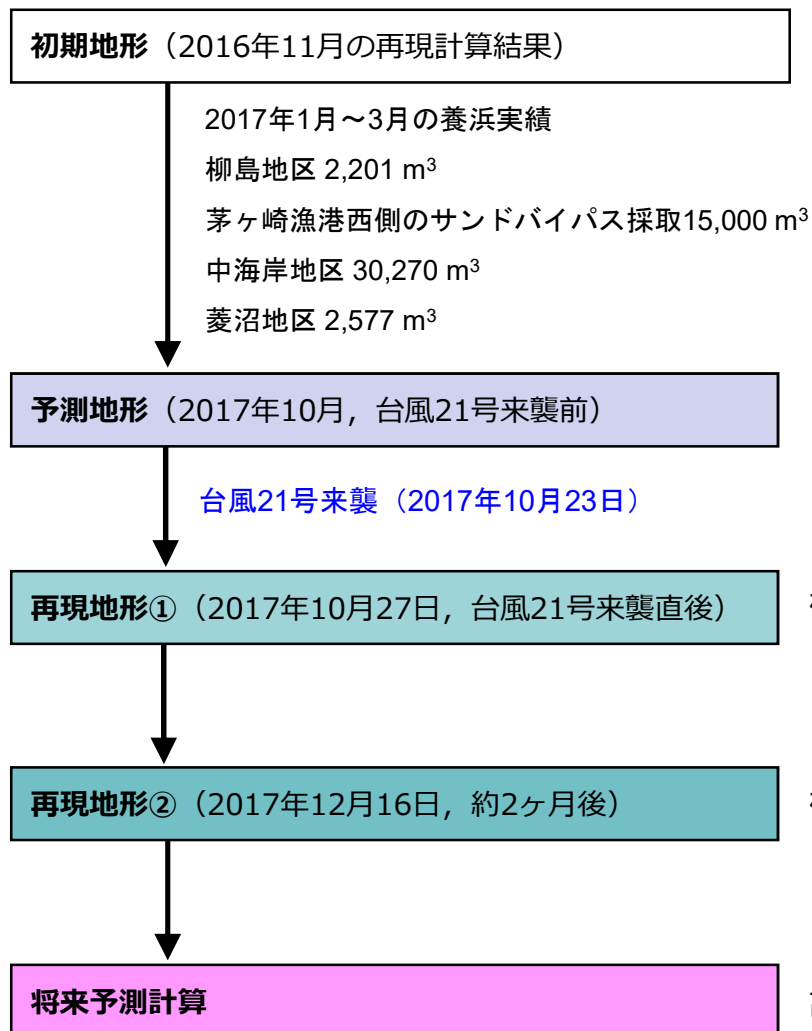
図4.7 環境・利用に配慮した目標海浜像と現在の砂浜の比較

表4.1 現況海浜の評価結果

評価項目	防護水準 目標値	養浜前		計画海浜断面		現状	
		2006年12月				2018年1月	
波のうちあげ高 (T.P. m) (R+H.H.W.L.+余裕高0.5m)	<T.P.+6.5m	+6.64	×	+6.39	○	+6.39	○
越波流量 (q m ³ /m/s)	<0.02m ³ /m/s	0.041	×	0.016	○	0.016	○
根固め機能 (m)	B > 20m	13	×	40	○	30.3	○
目標浜幅相模湾沿岸海岸保全基本計画での目標浜幅 (m)	B ≥ 30m	13	×	40	○	30.3	○
環境・利用に配慮した目標海浜像 (m)	B ≧ 40m	13	×	40	○	30.3	×

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

(1) 地形変化予測計算の方法



検証：2016年11月6日～2017年10月27日の汀線変化 (数mの汀線後退)
地形変化 (水深2～3 m以浅が侵食して水深3～5 mに堆砂)

検証：2017年10月27日～12月16日の汀線変化 (数mの汀線前進, 汀線維持)
地形変化 (高波浪後の地形がほとんど復元されていない)

高波浪後の地形の復元と養浜による地形変化

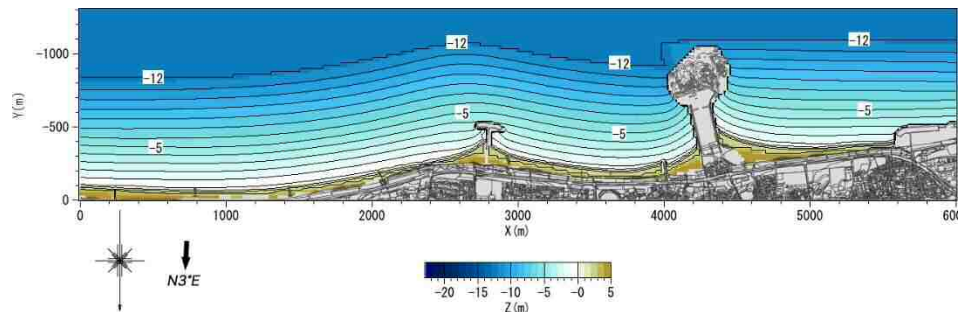
図5.1 地形変化予測計算のフロー

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

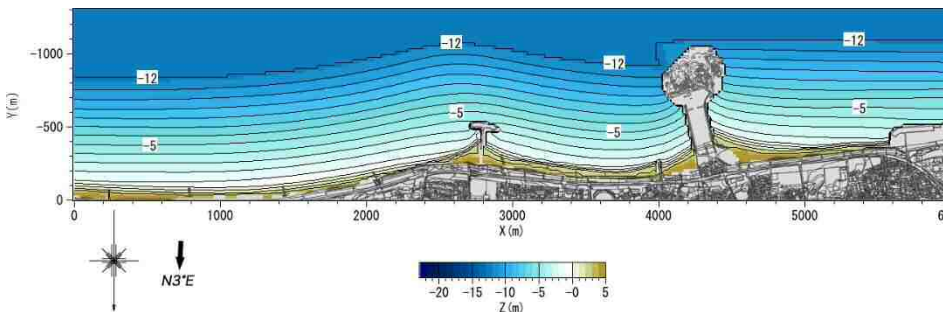
(2) 再現計算① (台風21号の高波浪による地形変化)

再現計算①は、台風21号の高波浪による地形変化（数mの汀線後退、水深2～3 m以浅が侵食し、水深3～5 mに堆砂）を再現できている。

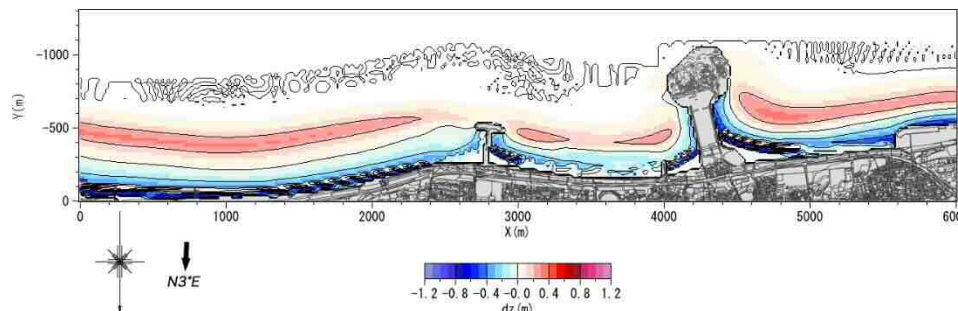
(a) 予測地形 (2017年10月, 台風21号来襲直前)



(b) 再現地形① (2017年10月27日, 台風21号来襲直後)



(c) 地形変化量



(d) 汀線変化量

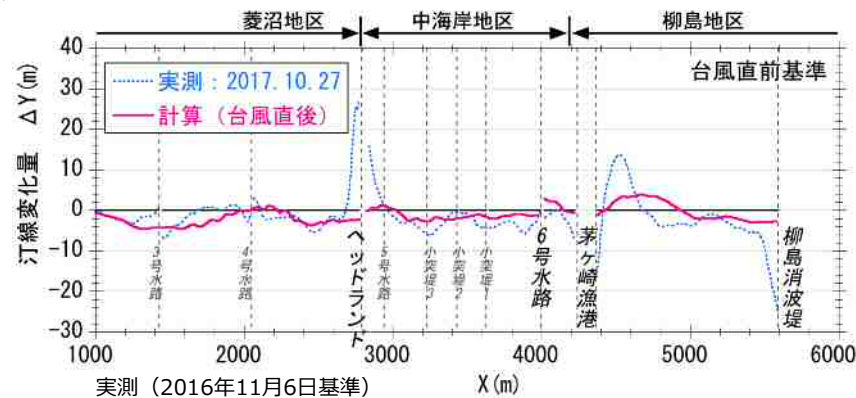


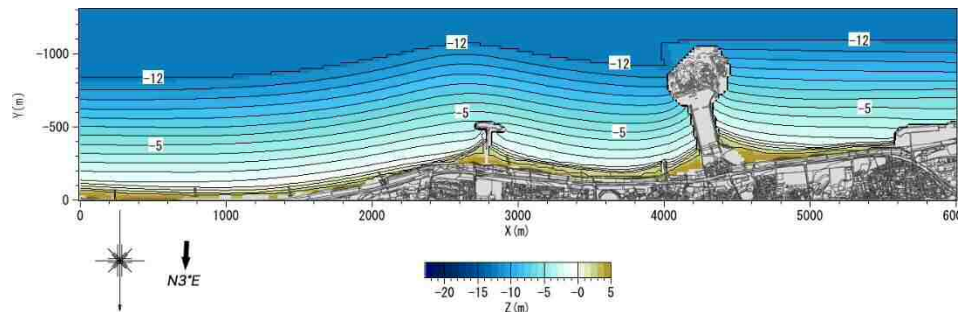
図5.2 再現計算結果① (台風21号の高波浪による地形変化)

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

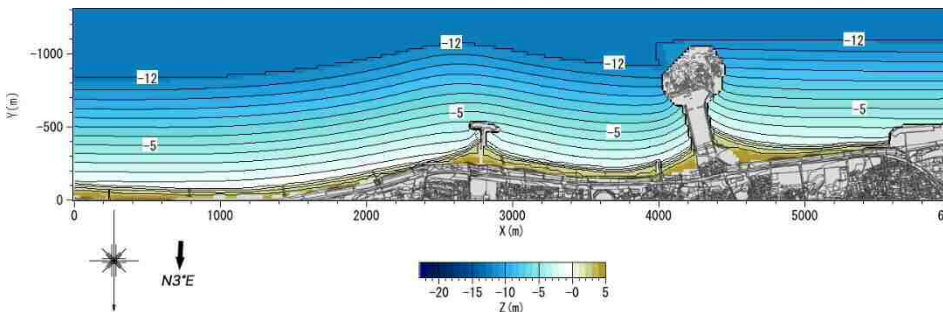
(3) 再現計算② (高波浪直後から2ヶ月後の地形変化)

再現計算②は、高波浪後から2ヶ月経過しても、高波浪後の地形が復元されていない状況や汀線のわずかな前進、維持が再現できている(柳島消波堤~ヘッドランド)。

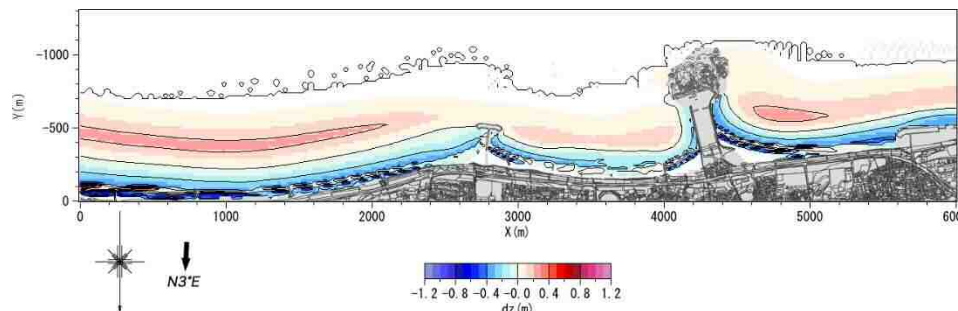
(a)再現地形① (2017年10月27日, 台風21号来襲直後)



(b)再現地形② (台風後2ヶ月後)



(c)地形変化量 (2017年10月, 台風21号来襲直前基準)



(d)汀線変化量

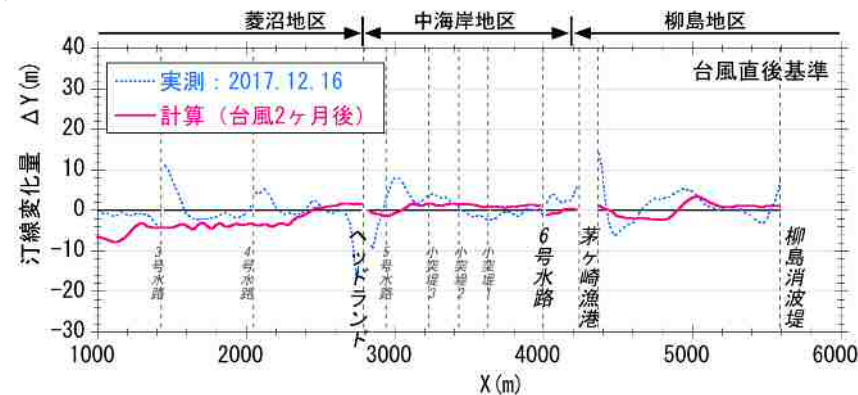


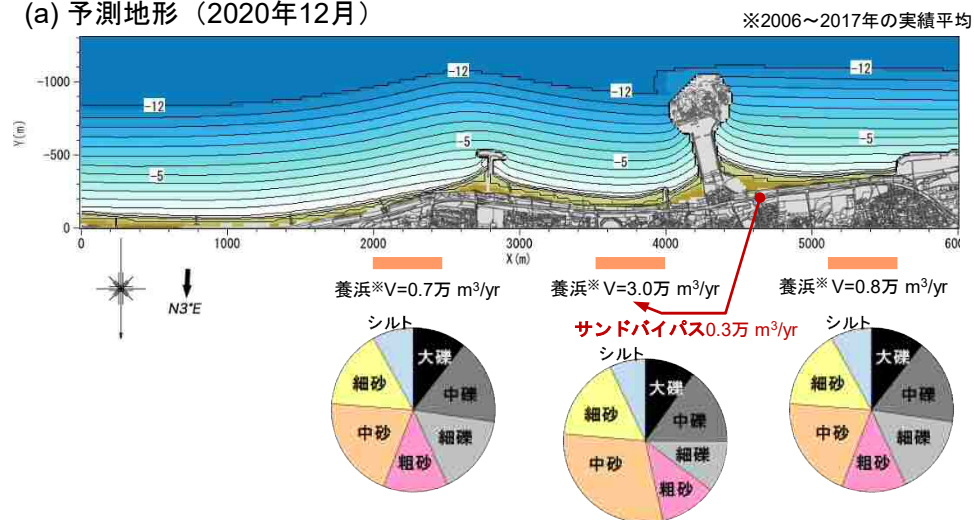
図5.3 再現計算結果② (台風後2ヶ月後までの地形変化)

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

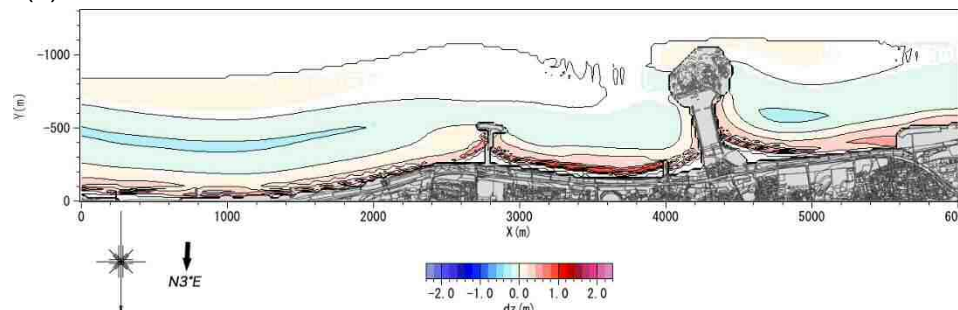
(4) 予測計算 (粗粒材を多く用いた養浜材による計画浜幅達成)

平成33年度 (2022年3月) まで養浜を継続することによって計画浜幅を達成することができる。
高波浪による影響で、昨年度の結果より2ヶ年増えたが、汀線は短期間で数m前進する可能性があることや高波浪後の復元状況に影響を受けることから、必要な養浜継続は平成31年度 (2020年3月) ~平成33年度 (2022年3月) までと考えられる。

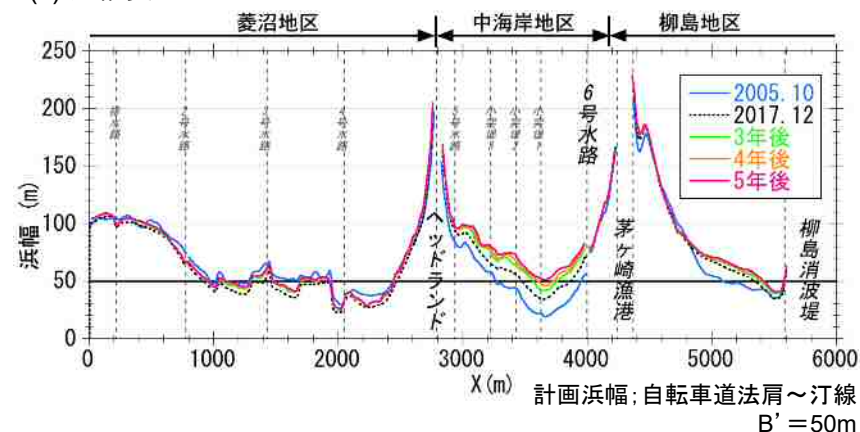
(a) 予測地形 (2020年12月)



(b) 地形変化量 (2017年12月~2020年12月)



(c) 浜幅変化



(d) 汀線変化量

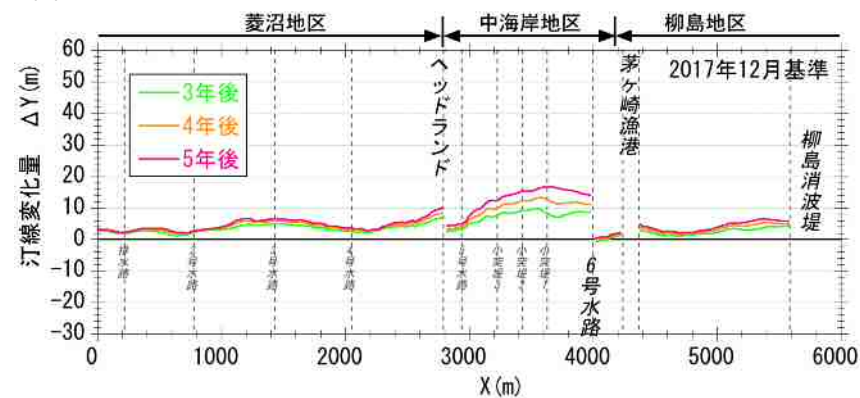


図5.4 計画浜幅達成までの予測計算結果 (養浜材; 2006年~2017年の実績平均)

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

(4) 予測計算（茅ヶ崎漁港西側の堆砂1.5万 m³/yrを活用した場合の計画浜幅達成）

細粒分が多いことで汀線前進量が少ないため、平成35年度（2024年3月）まで養浜を継続することによって計画浜幅を達成することができる。汀線は短期間で数m前進する可能性があることや高波浪後の復元状況に影響を受けることから、必要な養浜継続は平成33年度（2022年3月）～平成35年度（2024年3月）までと考えられる。

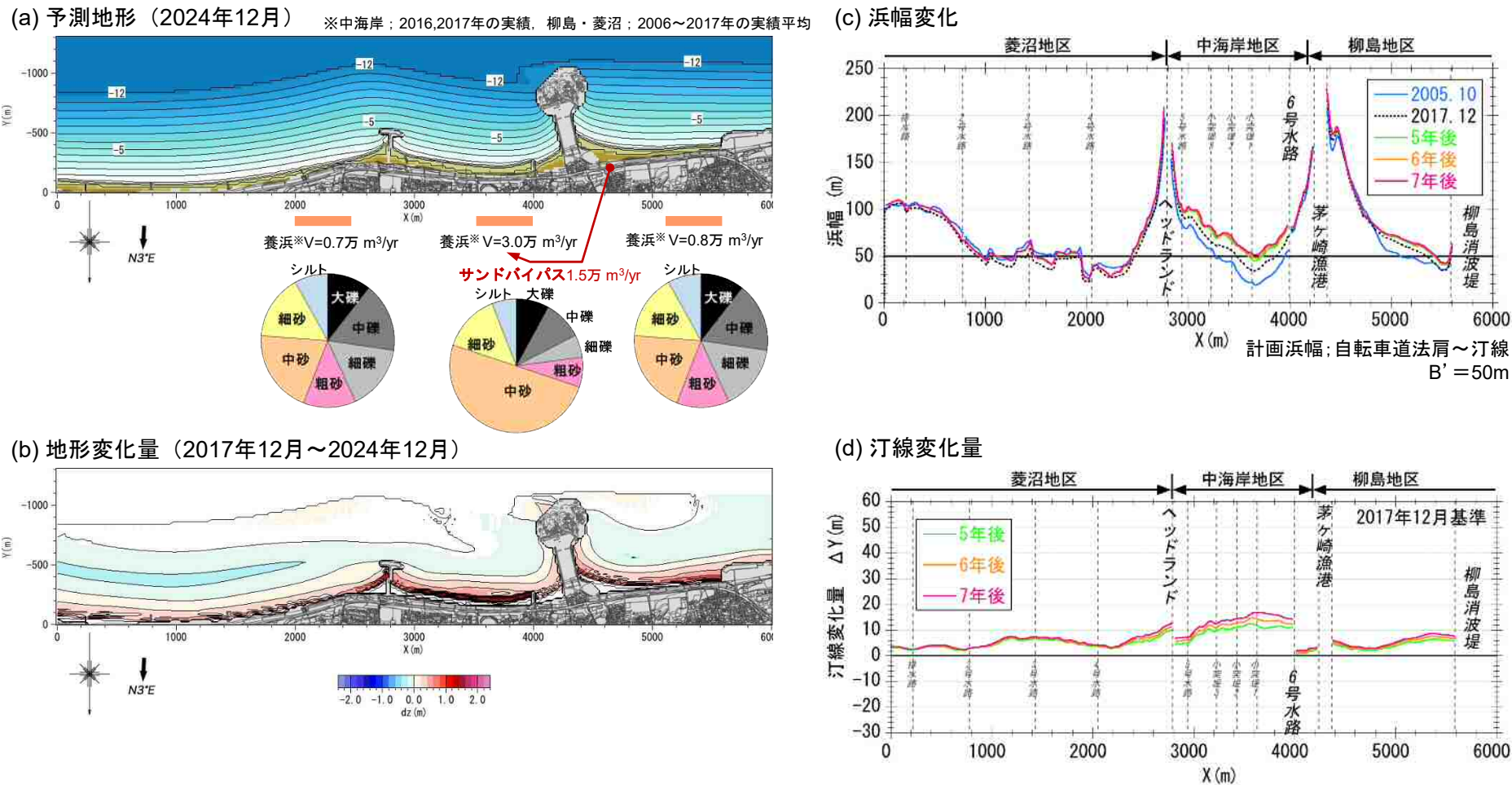


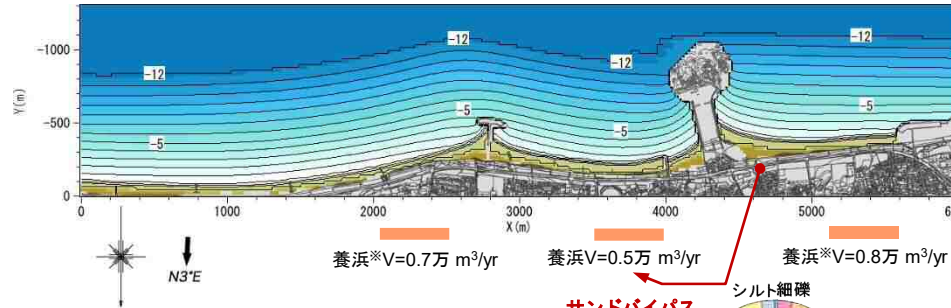
図5.5 計画浜幅達成までの予測計算結果（茅ヶ崎漁港西側の堆砂を大量に活用した2017年の養浜材の場合）

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

(4) 予測計算 (茅ヶ崎漁港西側の堆砂0.5万 m³/yrを活用した維持養浜)

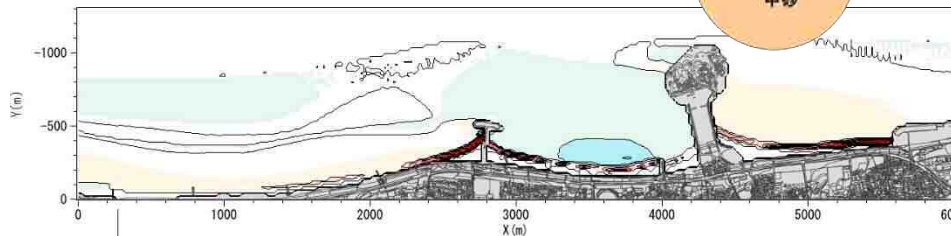
茅ヶ崎漁港西側の堆砂を活用した維持養浜0.5万 m³/yrによって、計画浜幅をほぼ維持することができる。ただし、沖では緩やかに侵食が進む。

(a) 予測地形 (計画浜幅達成から20年後, 2042年12月) ※柳島・菱沼: 2006~2017年の実績平均 (c) 浜幅変化

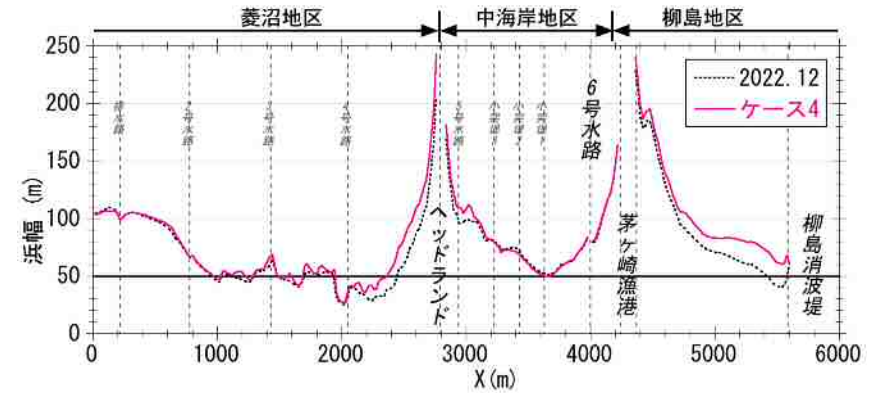
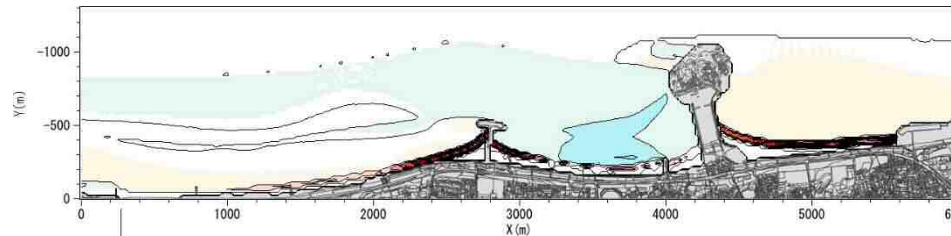


(b) 地形変化量

10年後 (2022年12月~2032年12月)



20年後 (2022年12月~2032年12月)



計画浜幅: 自転車道法肩~汀線
B' = 50m

(d) 汀線変化量

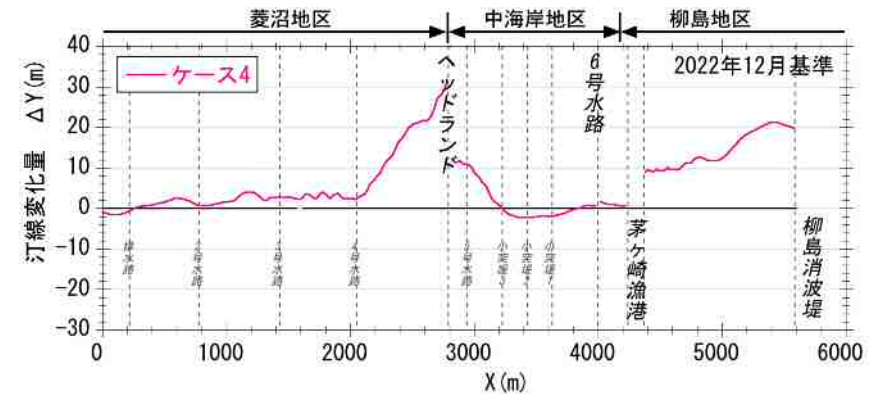


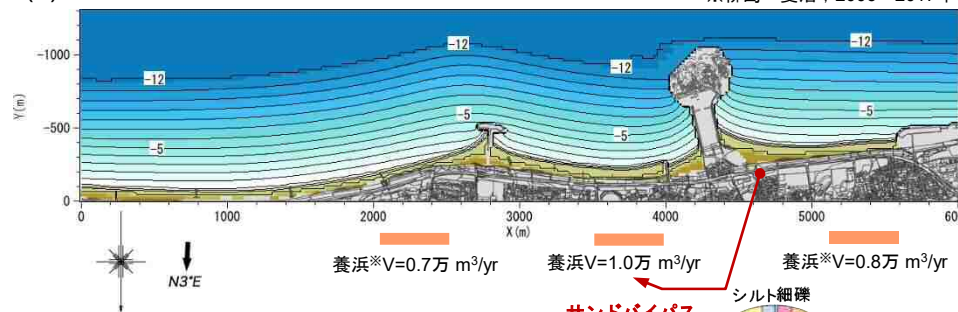
図5.6 計画浜幅を維持するための必要養浜量 (サンドバイパス量) 0.5万 m³/yr

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

(4) 予測計算 (茅ヶ崎漁港西側の堆砂1.0万 m³/yrを活用した維持養浜)

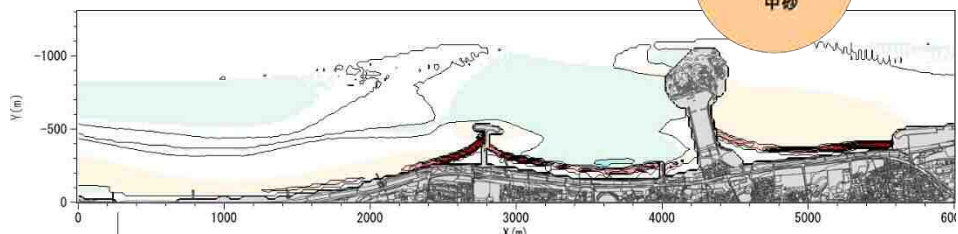
茅ヶ崎漁港西側の堆砂を活用した維持養浜1.0万 m³/yrによって、沖での侵食を軽減することができる。

(a) 予測地形 (計画浜幅達成から20年後, 2042年12月) ※柳島・菱沼: 2006~2017年の実績平均 (c) 浜幅変化

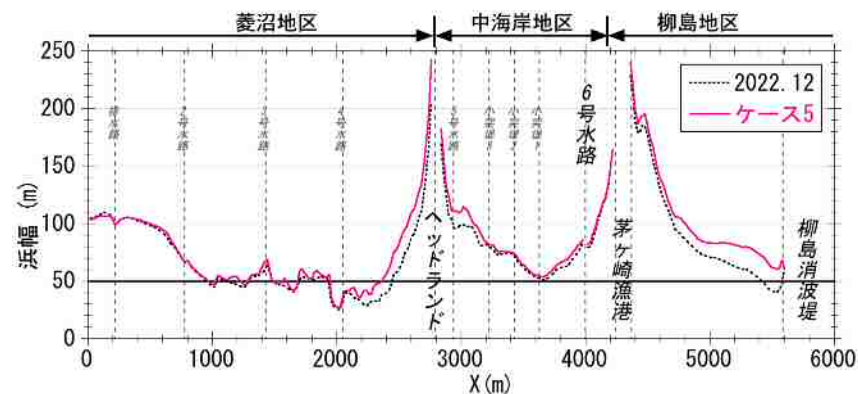
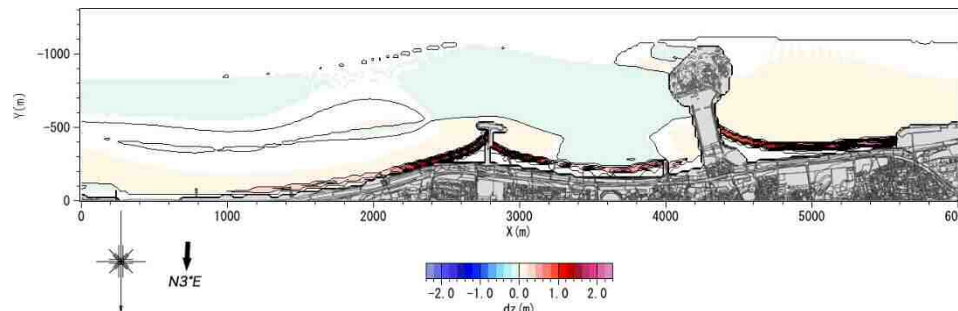


(b) 地形変化量

10年後 (2022年12月~2032年12月)



20年後 (2022年12月~2032年12月)



計画浜幅: 自転車道法肩~汀線
B' = 50m

(d) 汀線変化量

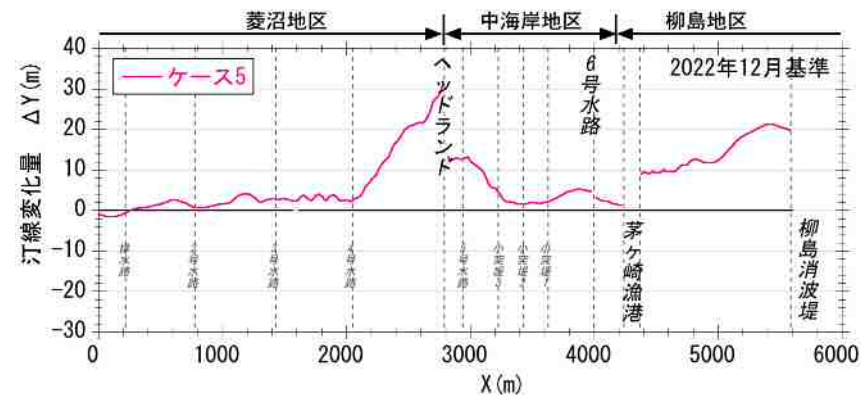


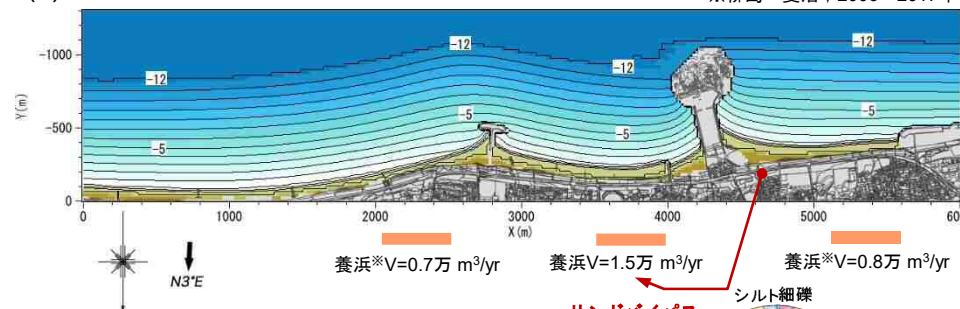
図5.7 計画浜幅を維持するための必要養浜量 (サンドバイパス量) 1.0万 m³/yr

5 計画浜幅達成までの養浜と維持管理

(4) 予測計算（茅ヶ崎漁港西側の堆砂1.5万 m³/yrを活用した維持養浜）

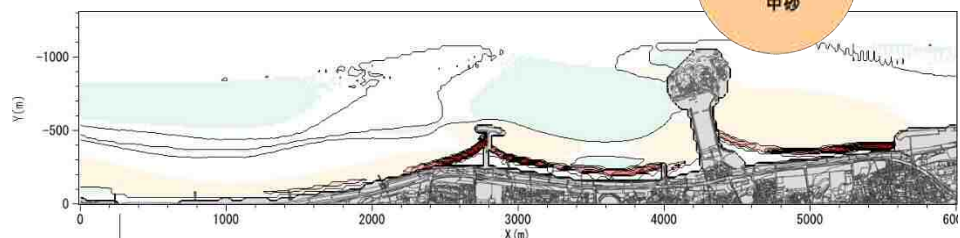
茅ヶ崎漁港西側の堆砂を活用した維持養浜1.5万 m³/yrによって、沖（水深5 m以浅）での侵食も防ぐことができる。

(a) 予測地形（計画浜幅達成から20年後，2042年12月）※柳島・菱沼：2006～2017年の実績平均 (c) 浜幅変化

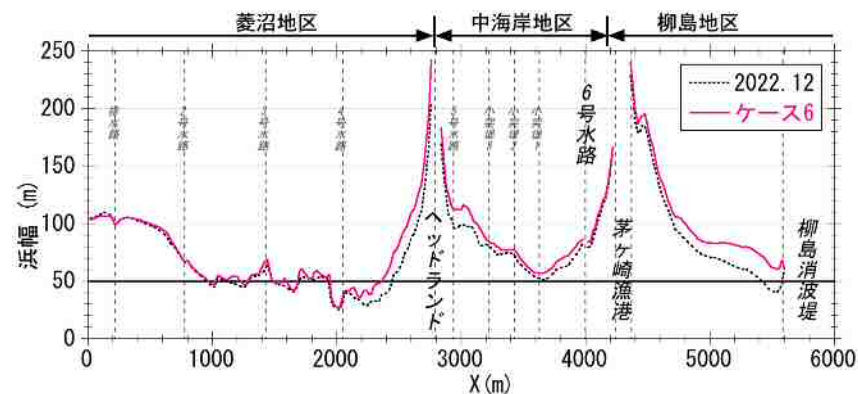
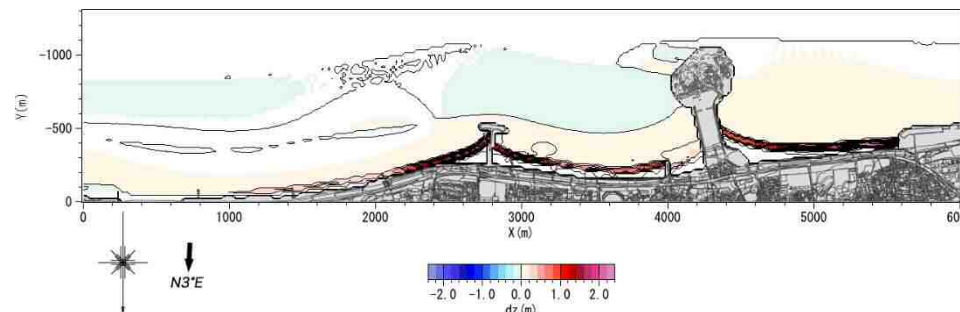


(b) 地形変化量

10年後（2022年12月～2032年12月）



20年後（2022年12月～2032年12月）



計画浜幅: 自転車道法肩～汀線
B' = 50m

(d) 汀線変化量

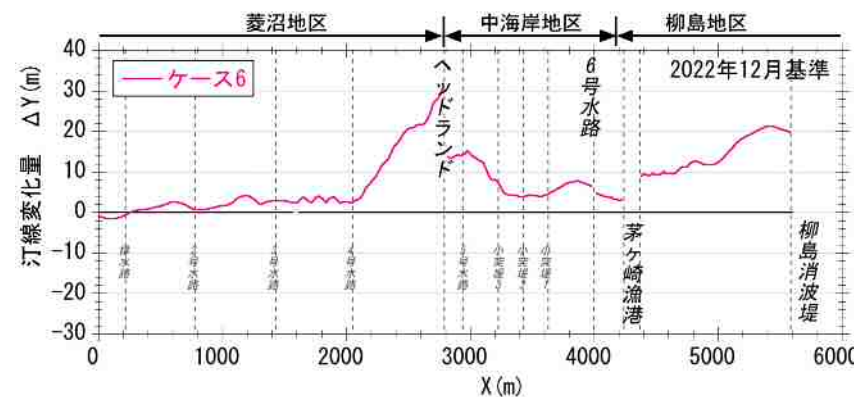


図5.8 計画浜幅を維持するための必要養浜量（サンドバイパス量）1.5万 m³/yr

6 茅ヶ崎中海岸の養浜事業の評価

- (1) 茅ヶ崎中海岸では、2006年1月以降、2017年3月までに計35万 m³の「粒径を考慮した養浜」が実施された。この結果、砂浜は回復しつつある。2016年は比較的静穏であったが、2017年は観測史上最大の台風21号や低気圧による高波浪の影響により、2018年1月時点の海岸中央部(No. 18)の浜幅Bは30.3 m(自転車道法肩から汀線までのB'は40.3 m)であり、計画浜幅B=40 m (B'=50 m)を達成していない。
- (2) 養浜により回復しつつある砂浜は、高波浪時でも礫が前浜付近に留まることで汀線は安定するが、台風21号のような高波浪が作用すると水深2~4 mが大きく削られ汀線付近が急深になり、一時的に防護機能が低下する。また、現在の砂浜では、サーフィンや釣り、散歩などの利用が行われているが、環境・利用に配慮した目標海浜像B≒40 m (1970年代の砂浜)は満足していない。
- (3) 2017年では、2016年と同様に茅ヶ崎漁港西側からのサンドバイパスを1.5万 m³/yrとしたが、大規模な砂の採取による影響は、台風21号による地形変化と重なり確認できなかった。
- (4) これまでの養浜事業は、砂浜の復元、海岸保全という目的を確実に果たしつつあり、防護だけでなく環境、利用にも良い効果を発揮していると評価できる。
- (5) 計画浜幅を達成するための養浜の継続は平成31年度(2020年3月)~平成35年度(2024年3月)までと考えられたが、高波浪による影響や養浜材(粒径)の違いによる影響も考慮し、順応的に進めることが適切である。また、計画浜幅達成後の海浜を維持するためには、0.5~1.5万 m³/yrの養浜が必要であり、これには漁港西側の堆砂が活用できる。



図6.1 環境・利用に配慮した目標海浜像と養浜開始前と現在の砂浜