

～相模川と海岸侵食の関係について～

(財)土木研究センター常務理事なぎさ総合研究室長 宇多 高明



1. はじめに



2. 湘南海岸の変化

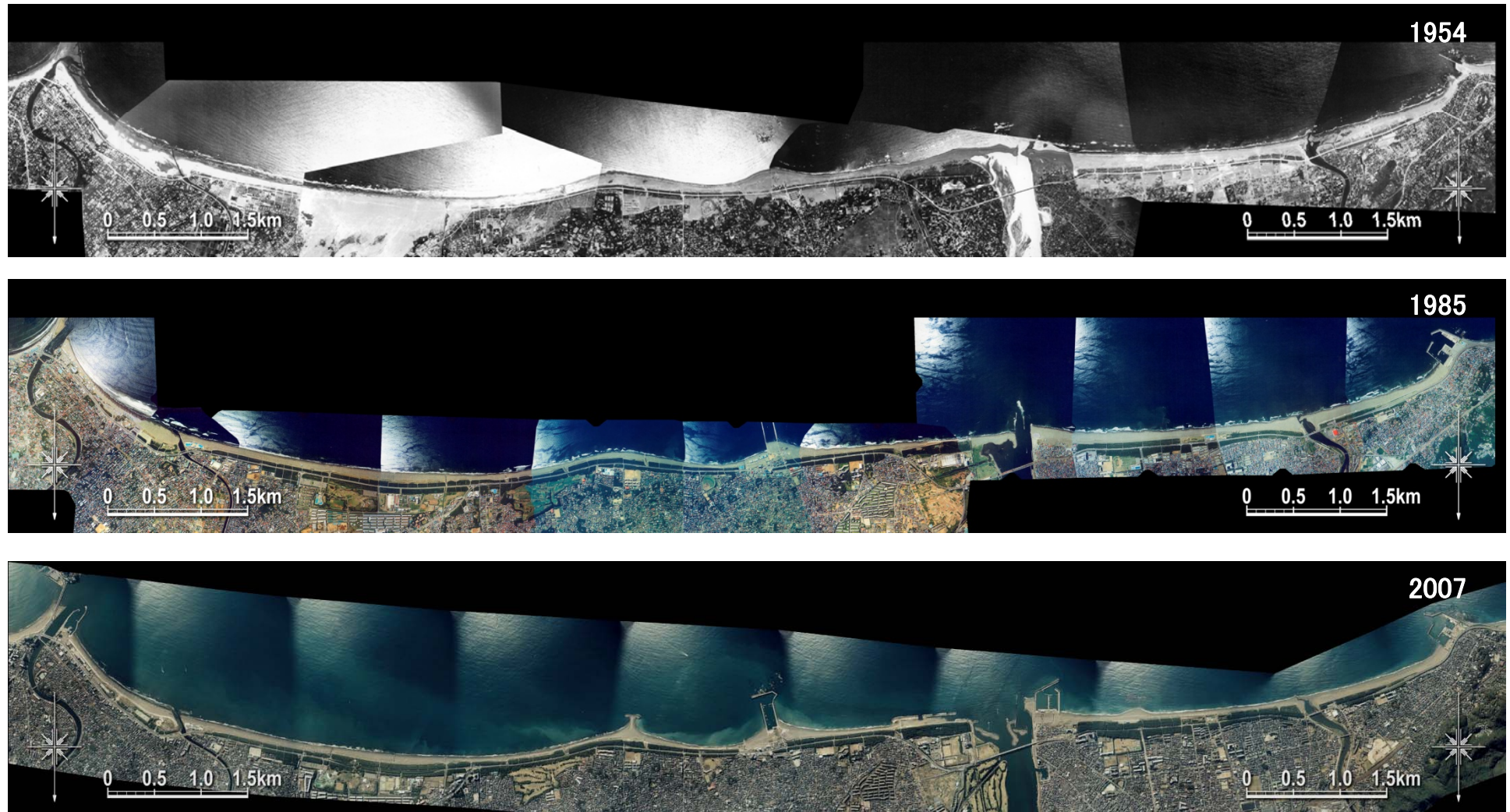


図-1 湘南海岸の変化

2. 湘南海岸の変化

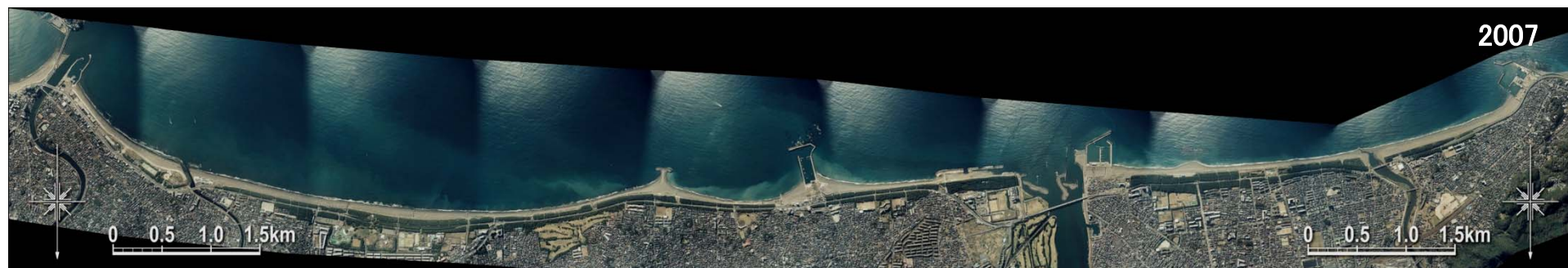


図-1 湘南海岸(2007年)

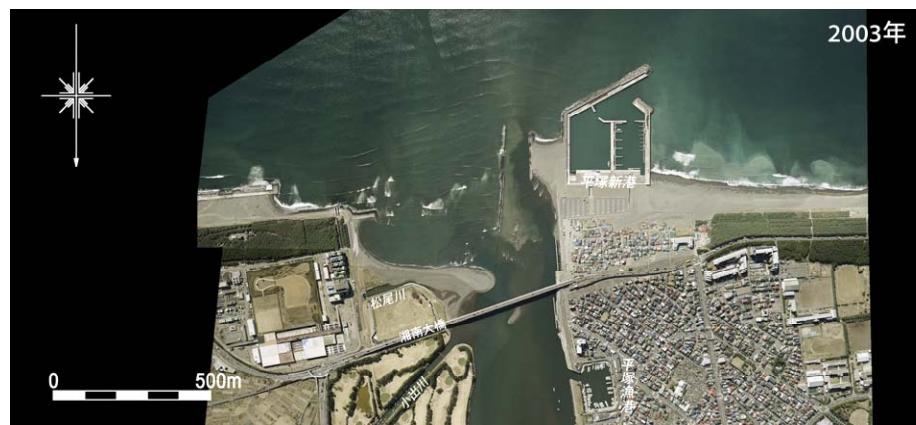


図-2 空中写真による相模川河口部の変化

2. 湘南海岸の変化

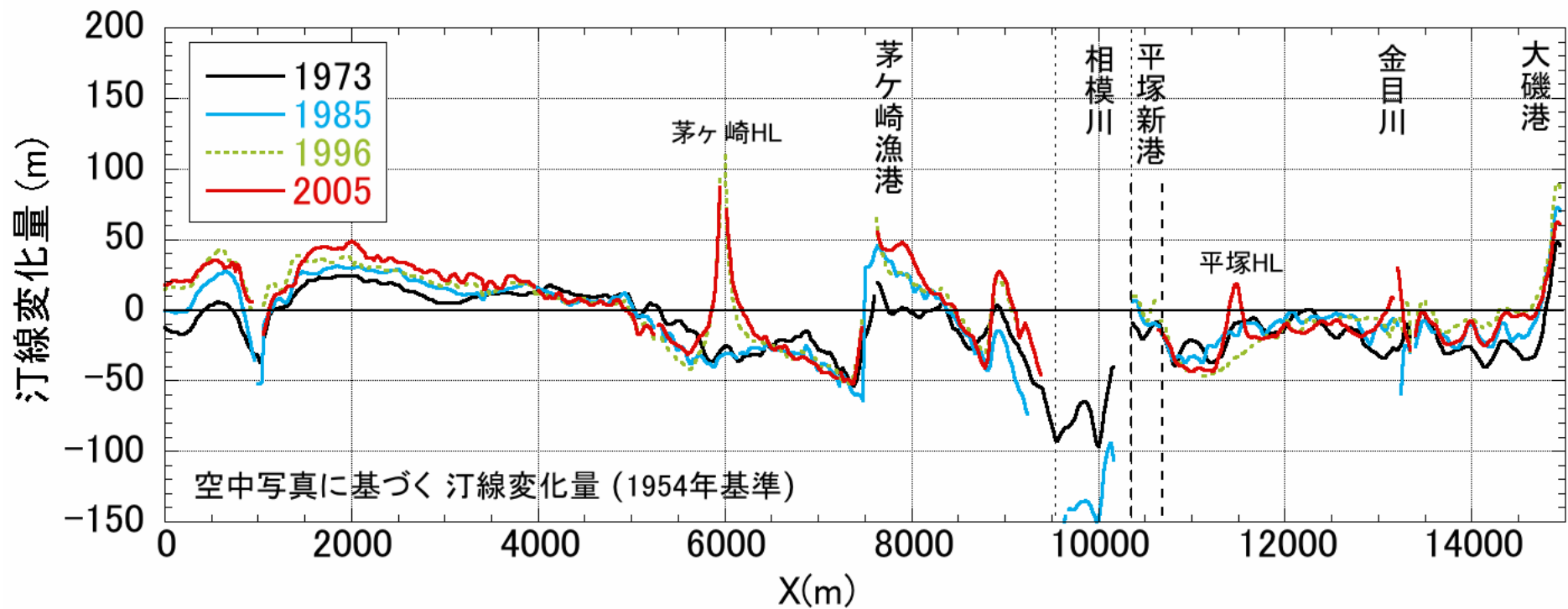
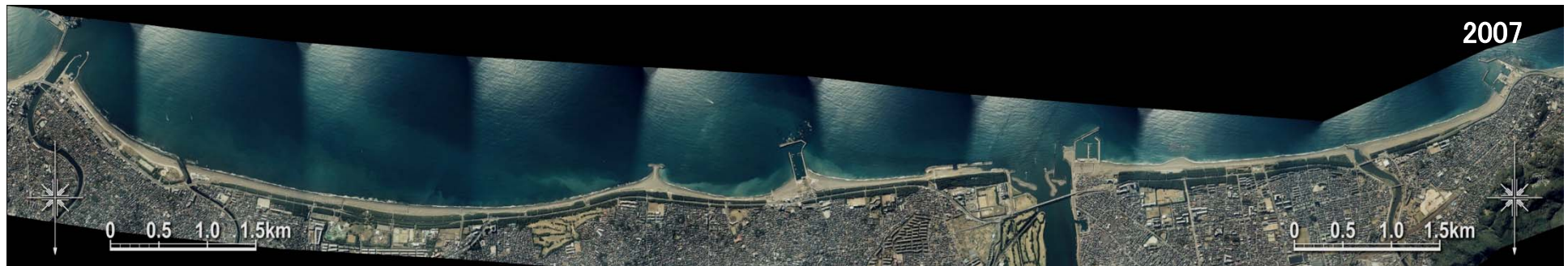


図-3 湘南海岸の汀線変化(1954年基準)

2. 自然状態当時の相模川流出土砂量の推定

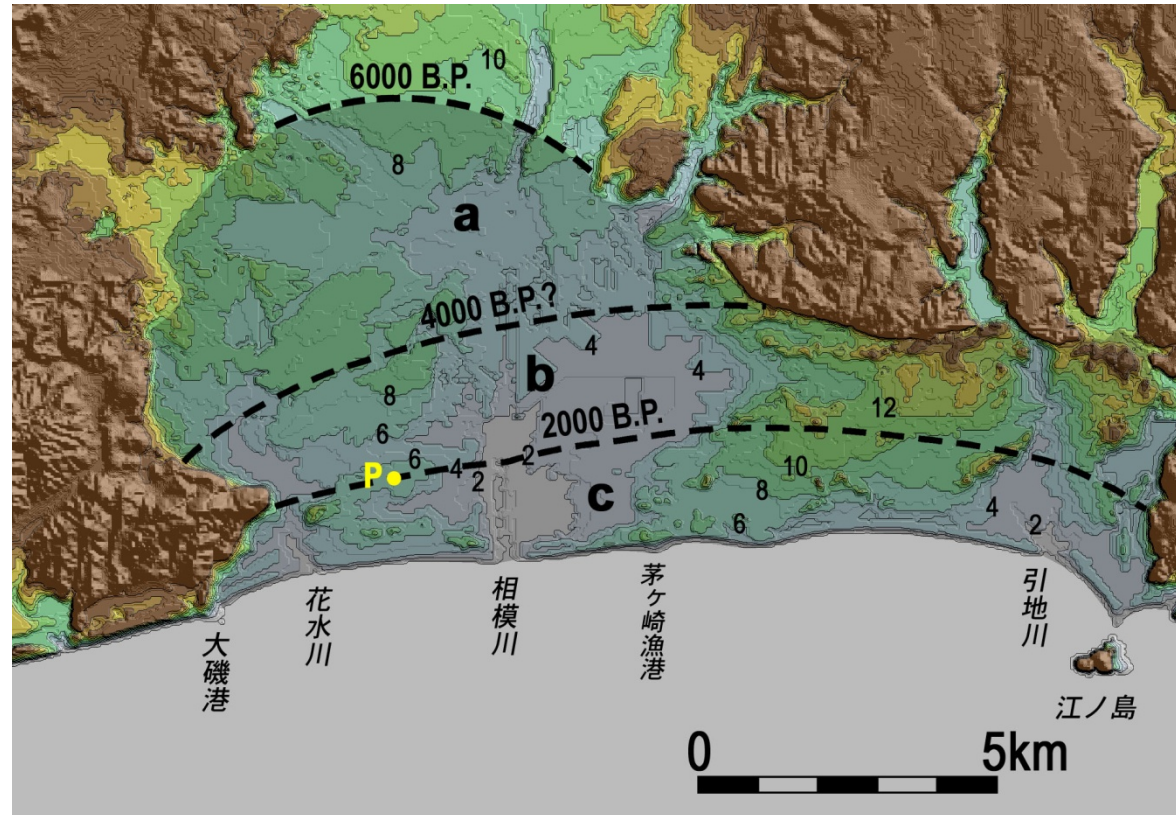


図-4 相模平野の発達史を示す海岸線の変化

計算で与えた推定流出土砂量: $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ (自然状態)

図-4より: 面積に移動高を乗じて算出した約6000年間の流出土砂量は $7.7 \times 10^8 \text{ m}^3$

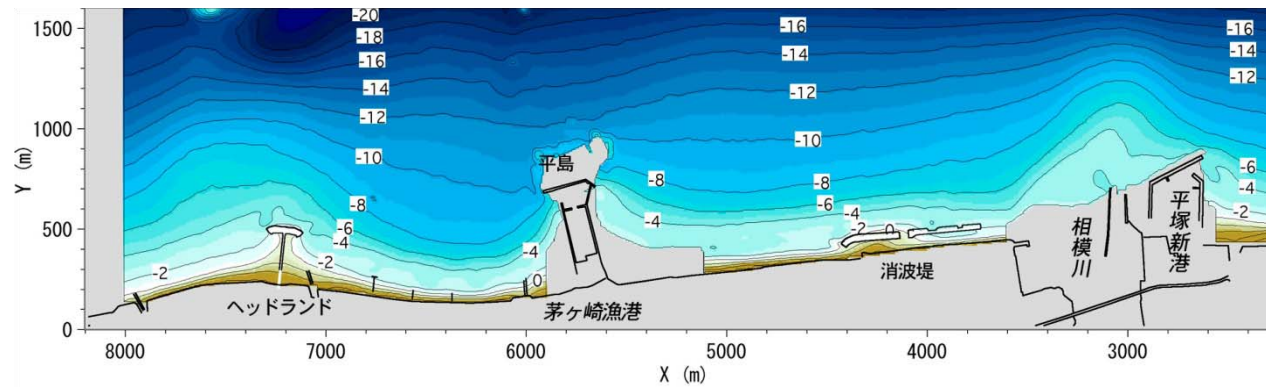
流出土砂量 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ + 飛砂量 $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ = 総流出土砂量約 $1.6 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

海野ら(2004): 総流出土砂量約 $1.8 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

相模川水系土砂管理懇談会(2003): 1940年代以前(ダム建設前) $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$, 現在 $5 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{yr}$

3. 相模川河口テラスの侵食量の推定

1999年2月



2010年10月

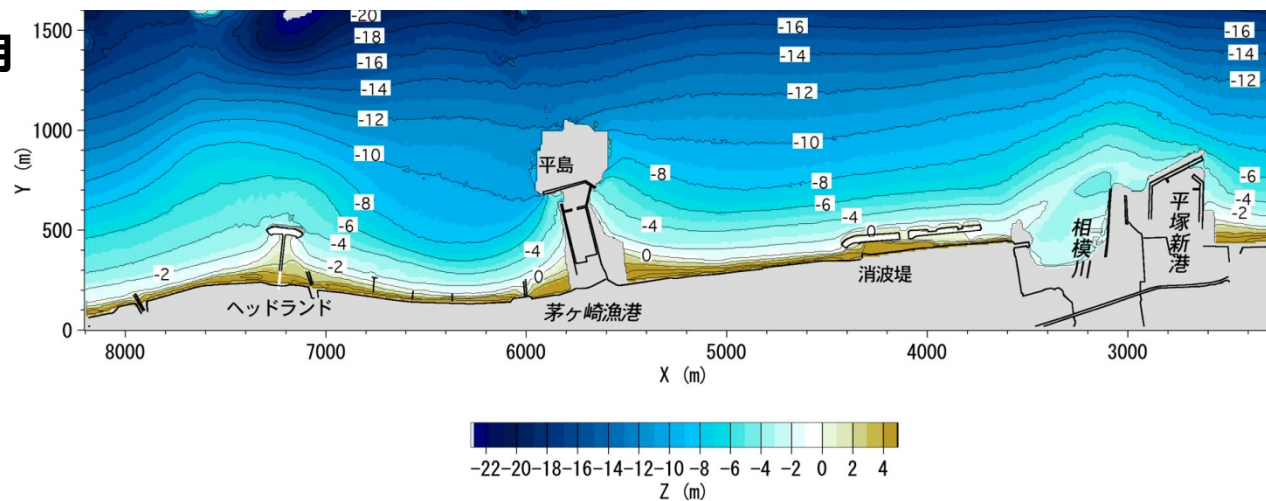


図-5 ナローマルチビーム測量による深淺図(2010年10月)

3. 相模川河口テラスの侵食量の推定

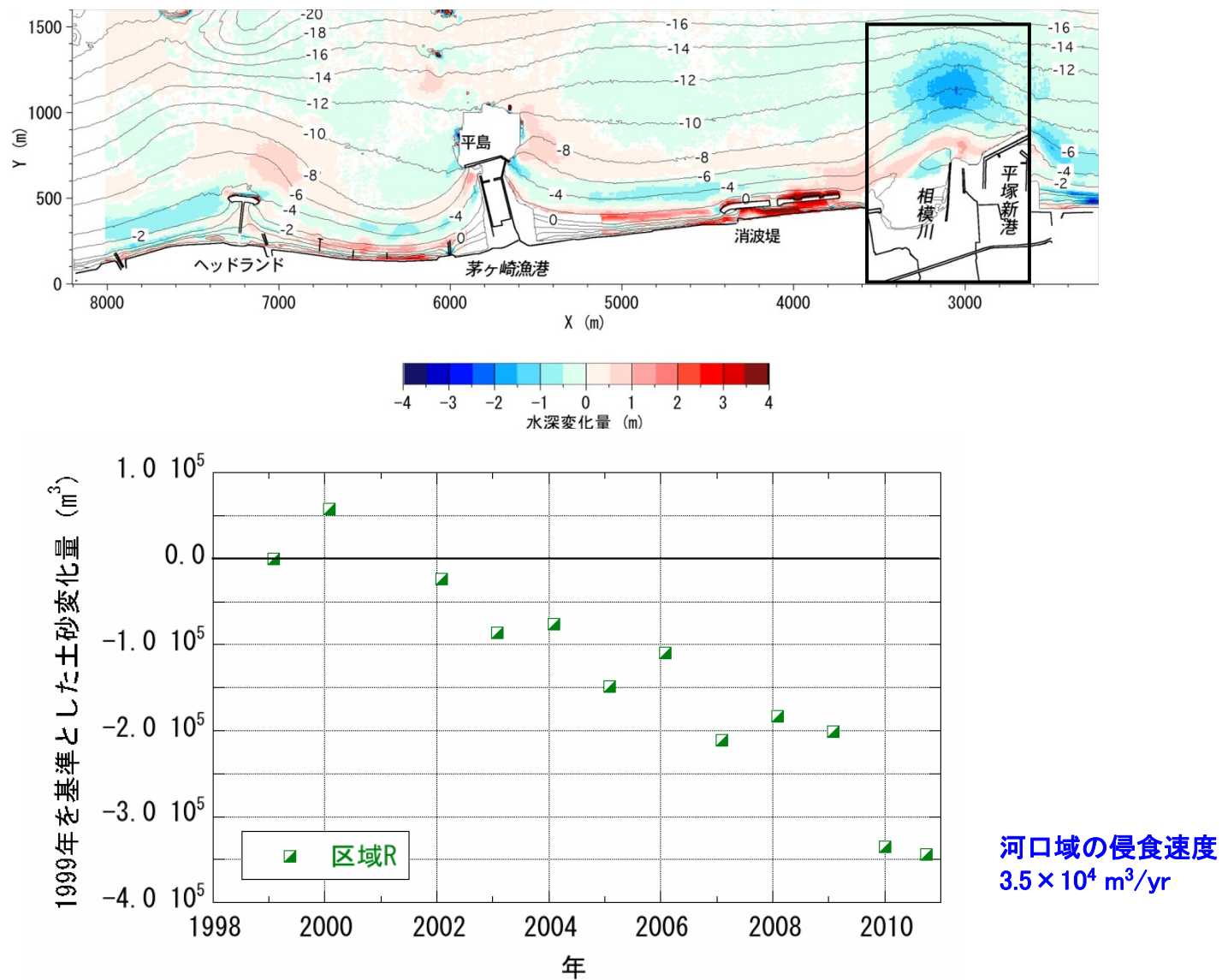


図-6 ナローマルチビーム測量による1999～2010年の水深変化と1999年を基準とした河口域の土砂量の経年変化

3. 相模川河口テラスの侵食量の推定

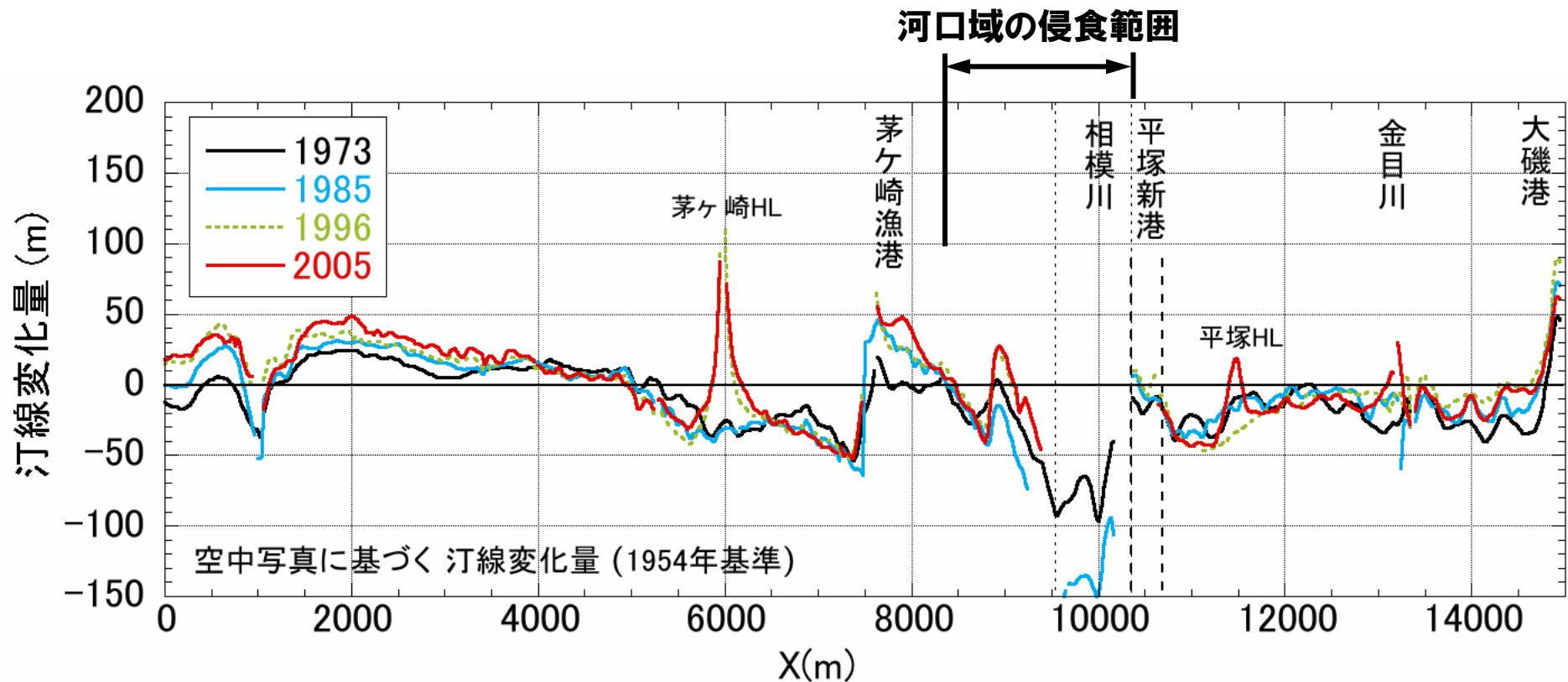


図-7 湘南海岸の汀線変化(1954年基準)

河口テラスの推定侵食量: $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

図-5より: 1999~2007年の河口域の侵食速度は $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$

図-6より: 河口部の侵食域の沿岸方向の長さ2km, 最大汀線後退量150m

侵食面積 \times 漂砂の移動高 $h=10\text{m}$ = 総侵食土砂量 $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

4. 計算条件

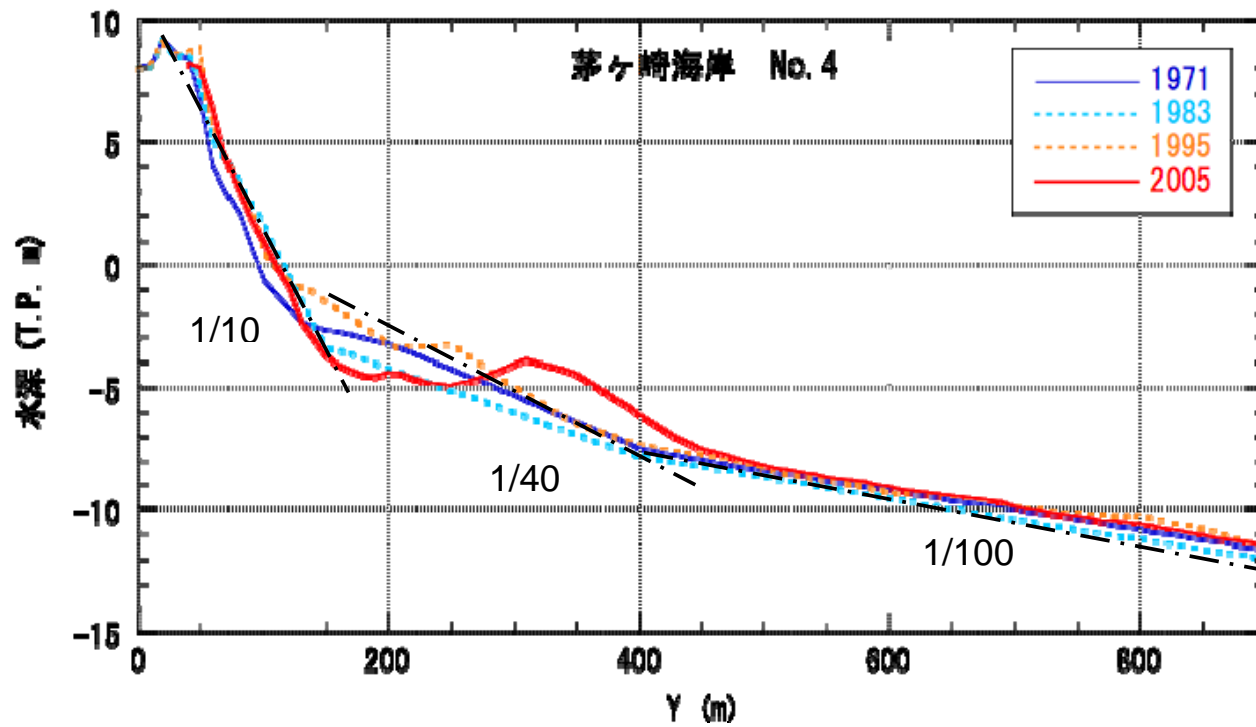


図-8 茅ヶ崎中海岸の測線No.4に沿う縦断形変化

4. 計算条件

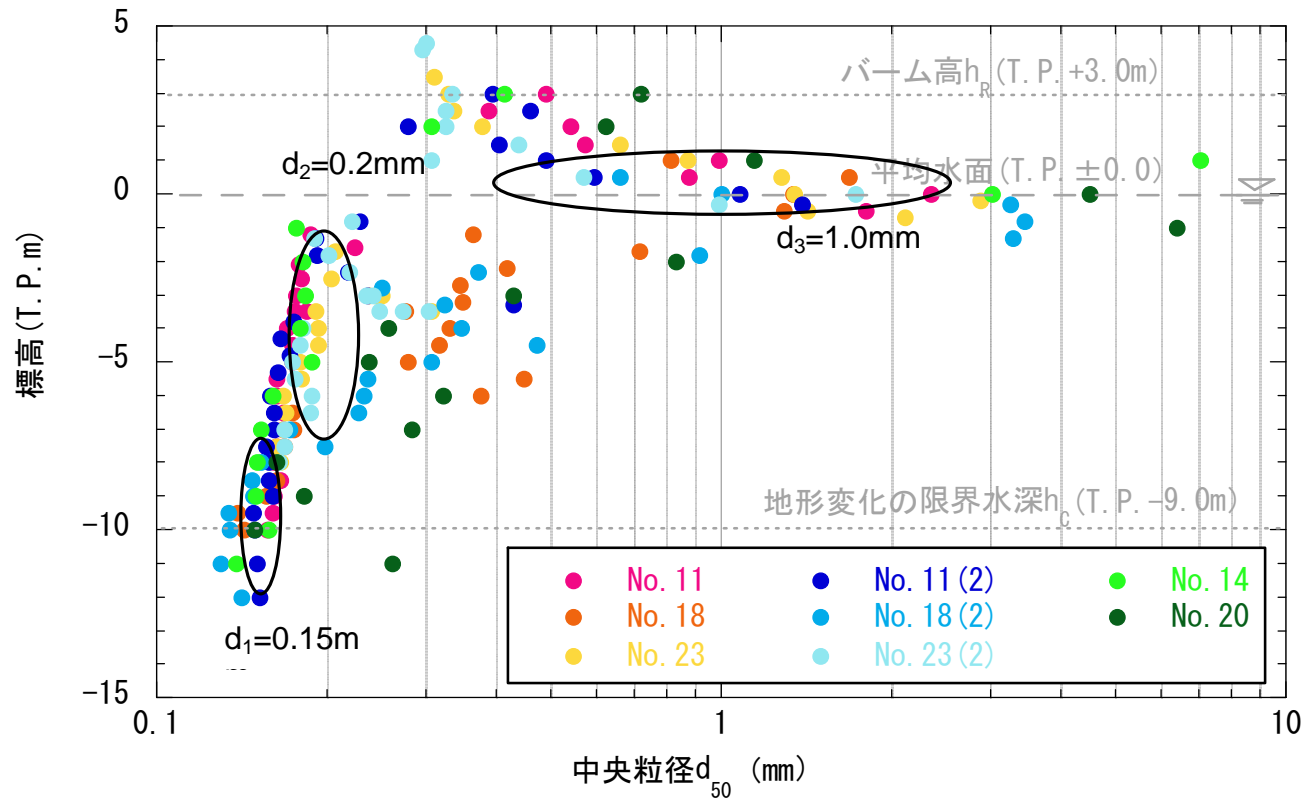


図-9 茅ヶ崎中海岸における底質粒径の水深方向分布

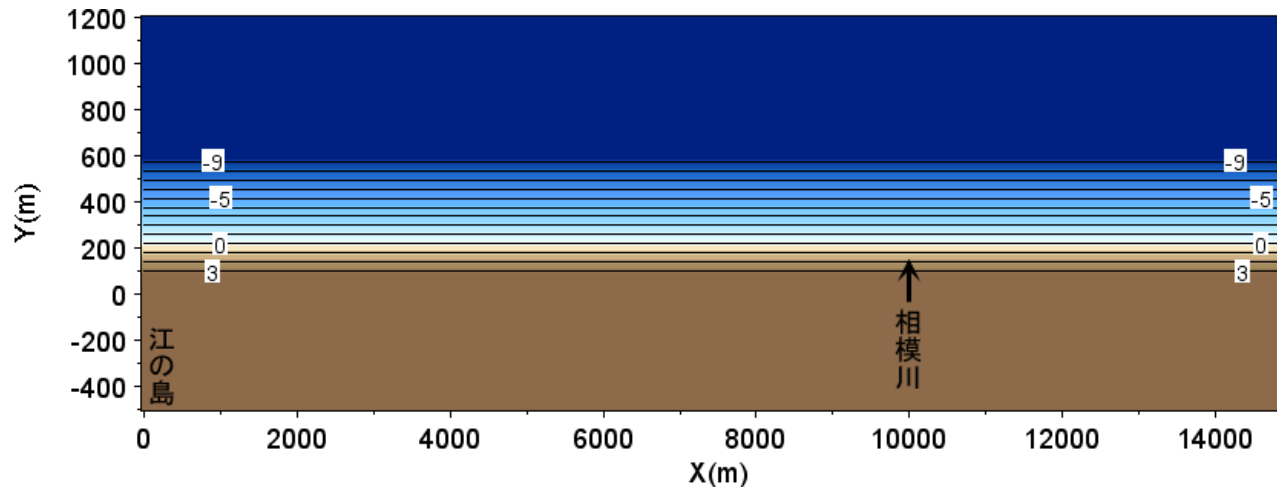
4. 計算条件

表-1 計算条件

計算モデル	混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデル(熊田ら, 2003), 回折計算:方向分散法(酒井, 2003)
計算対象区域	相模川河口を含む東側10km, 西側5km(海岸線延長15km)
計算ケース	<p>再現計算 1945年地形の再現(流出土砂量$1.5 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$)</p> <p>1954年再現計算(流出土砂量$1.5 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$)</p> <p>1963年再現計算(流出土砂量$\approx 0$, 大磯港東側2km区間での砂利採取:土砂吸込み$2 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$)</p> <p>1971年再現計算(大磯港東側2km区間での砂利採取中止)</p> <p>1990年再現計算(茅ヶ崎漁港, 大磯港の建設)</p> <p>1998年再現計算(平塚新港, 茅ヶ崎HL)</p> <p>2010年再現計算(平塚HL)</p> <p>将来予測(30年後) ケース1:流出土砂量 $0 \text{ m}^3/\text{yr}$</p> <p>ケース2:流出土砂量$1.0 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$</p> <p>ケース3:流出土砂量$1.5 \times 10^5 \text{m}^3/\text{yr}$</p>
初期地形	直線平行等深線
入射波条件	沖波波高 $H=0.84\text{m}$, 周期 $T=6.3\text{s}$ (エネルギー平均波) 波向:S3E, 波の入射角 $\theta_w=0^\circ$, $S_{\max}=25$
潮位条件	M.S.L.=T.P. $\pm 0.0\text{m}$
計算等深線	$z=+3\text{m} \sim -9\text{m}$ バーム高 $h_R=3\text{m}$ ~ 波による地形変化の限界水深 $h_c=-9\text{m}$
計算空間メッシュ	沿岸方向 $\Delta X=50\text{m}$, 鉛直方向 $\Delta Z=1\text{m}$
計算ステップ数	175step/yr, 計算時間間隔 $\Delta t=50\text{hr}$
粒径	<ul style="list-style-type: none"> ・粒径数(3成分)と平衡勾配 $d_1=0.15\text{mm}$ (1/100), $d_2=0.2\text{mm}$ (1/40), $d_3=1.0\text{mm}$ (1/10) ・交換層厚:底面長単位幅あたり0.5m (1/100), 1.25m (1/40), 5.0m (1/5) ・含有率 $\mu_1=0.375$, $\mu_2=0.375$, $\mu_3=0.25$
漂砂量	<ul style="list-style-type: none"> ・沿岸漂砂量係数 $K_x=A/\text{sqrt}(d_{50})$ 係数$A=0.16$ ※$d_1:K_x=0.413$, $d_2:K_x=0.358$, $d_3:K_x=0.16$ ・小笹・Brampton係数:$K_2=1.62K_x$ ($\tan\beta=1/30$) ・岸沖漂砂量係数:$K_7=0.15K_x$ ・安息勾配(土砂落ち込みの限界勾配):陸上1/2, 水中1/3
境界条件	両端部: $q_x=0$ 岸沖端: $q_z=0$ (漂砂の流入出なし)
その他	・平塚HLの波高伝達率 再現: $K_t=0.3$, 将来: $K_t=0.0$

5. 再現計算

(a) 初期地形



(b) 動的平衡状態: 1945年

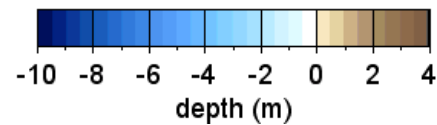
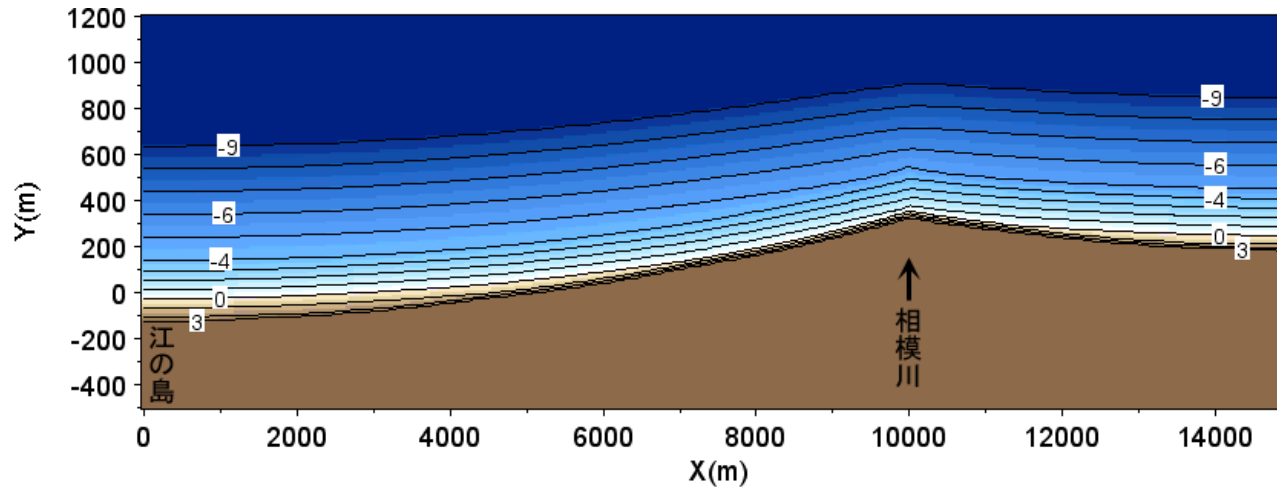
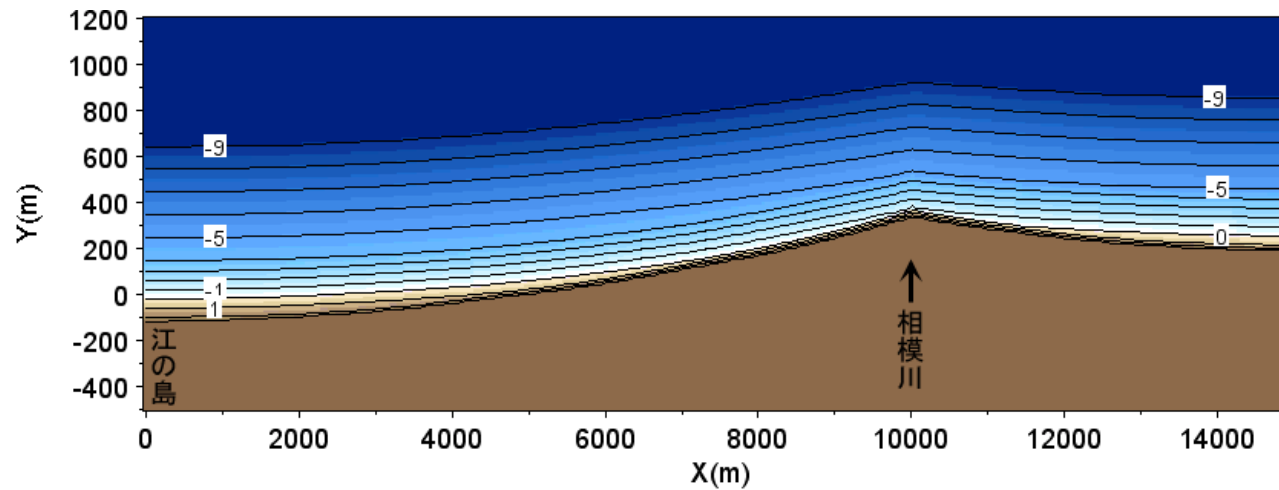


図-10 初期地形と動的平衡状態にあった自然状態の河口デルタの再現地形

5. 再現計算

(a) 1954年



(b) 1963年

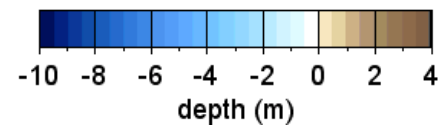
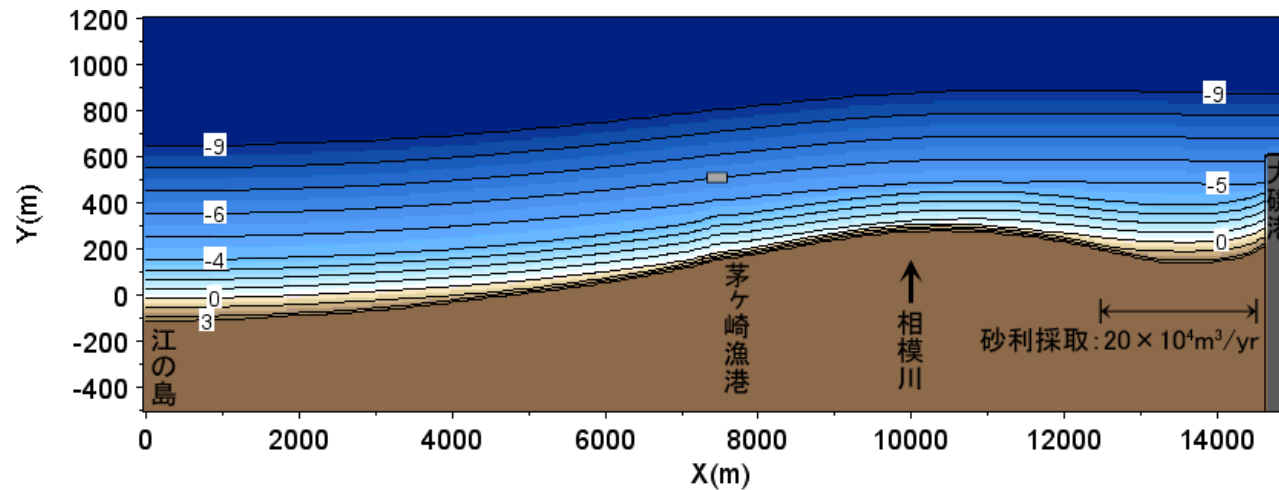
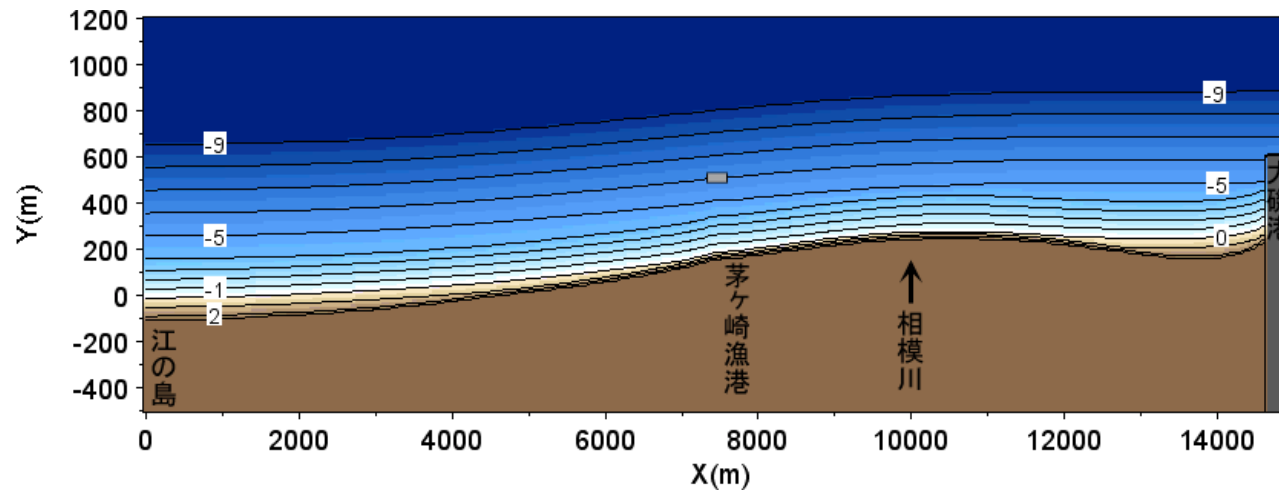


図-11 1954～2010年の再現地形

5. 再現計算

(c) 1971年



(d) 1990年

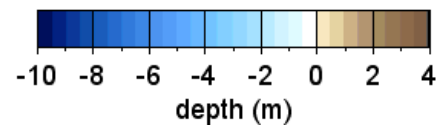
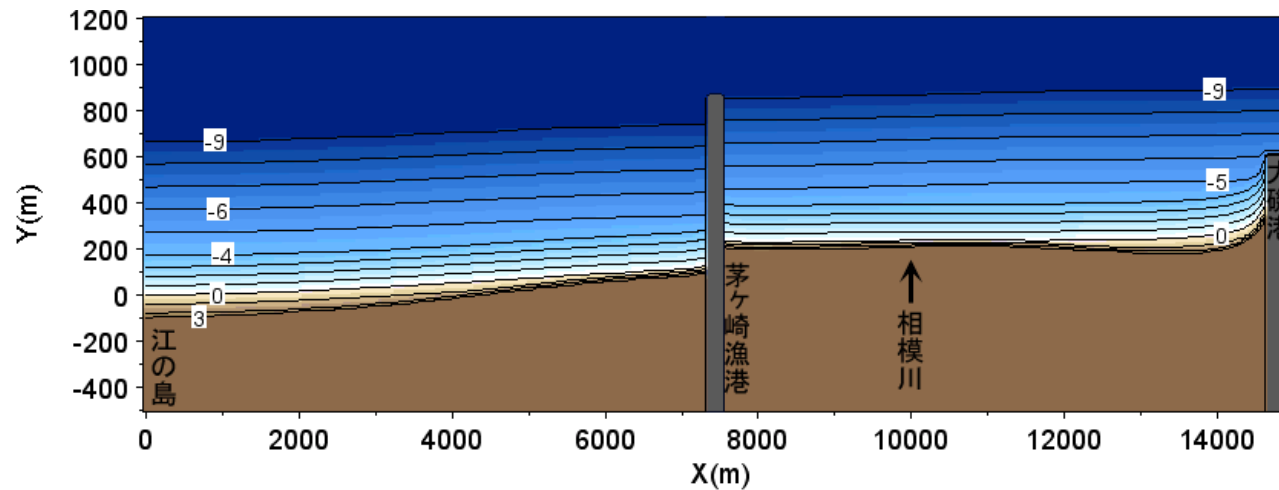
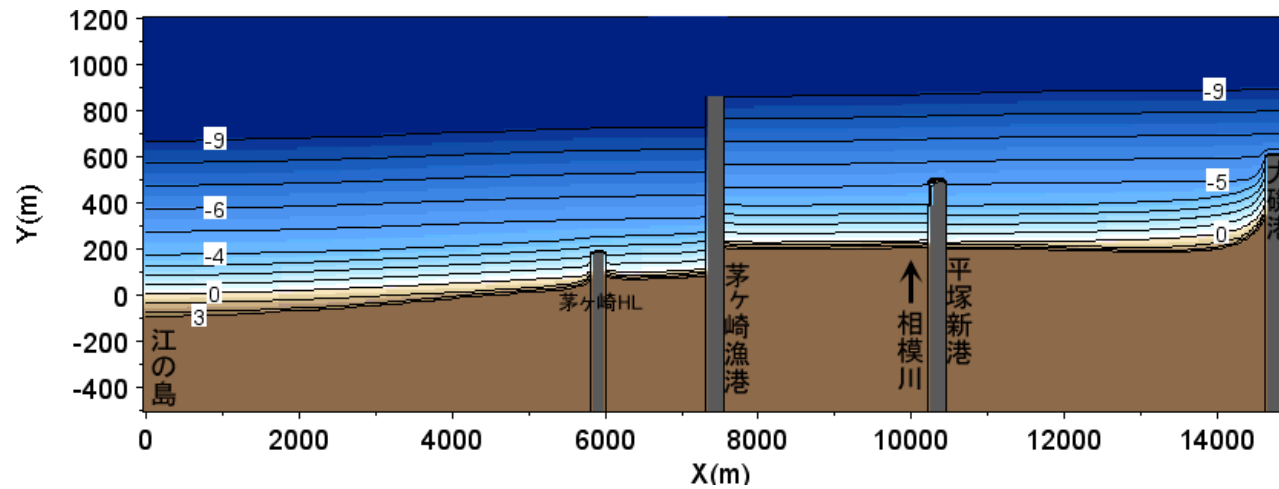


図-11 1954～2010年の再現地形

5. 再現計算

(e) 1998年



(f) 2010年

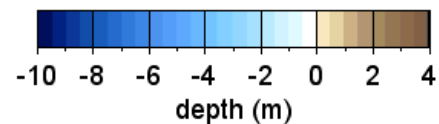
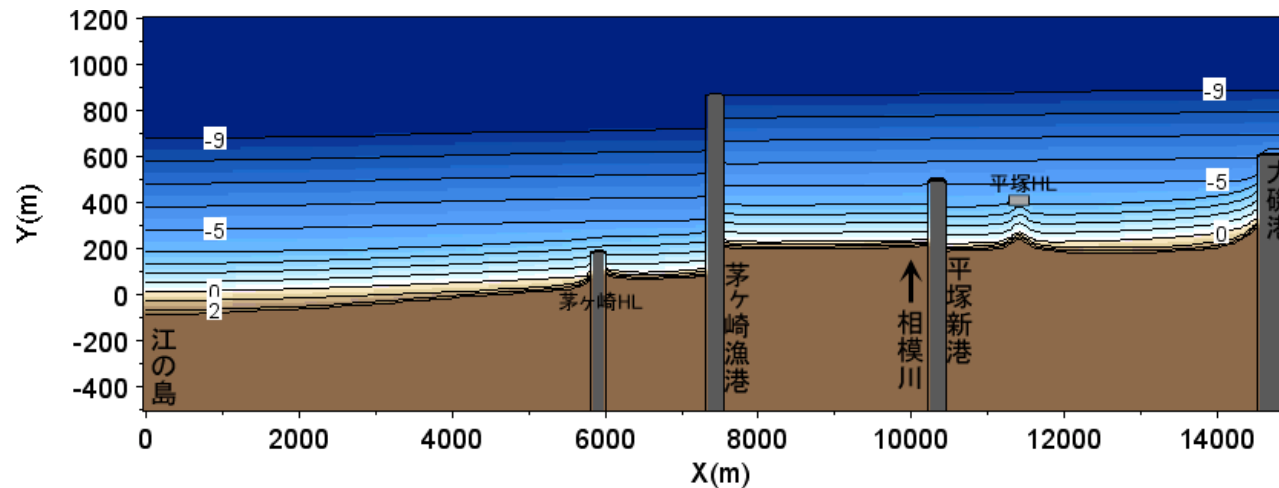


図-11 1954～2010年の再現地形

5. 再現計算

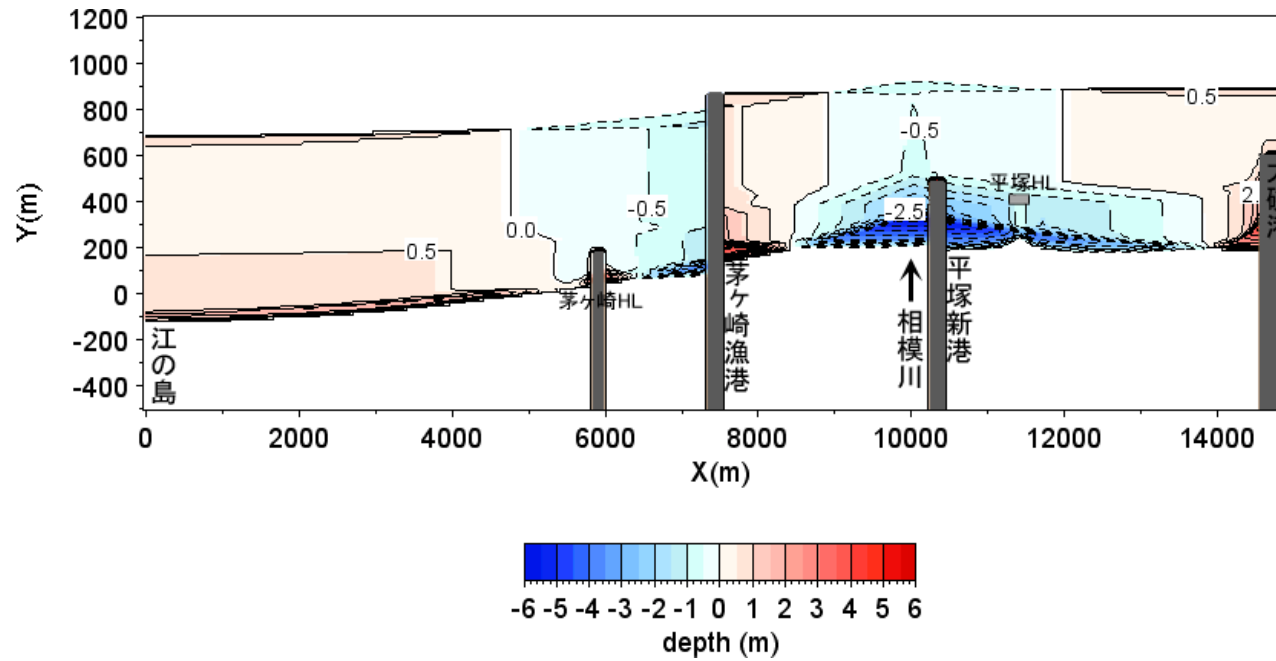
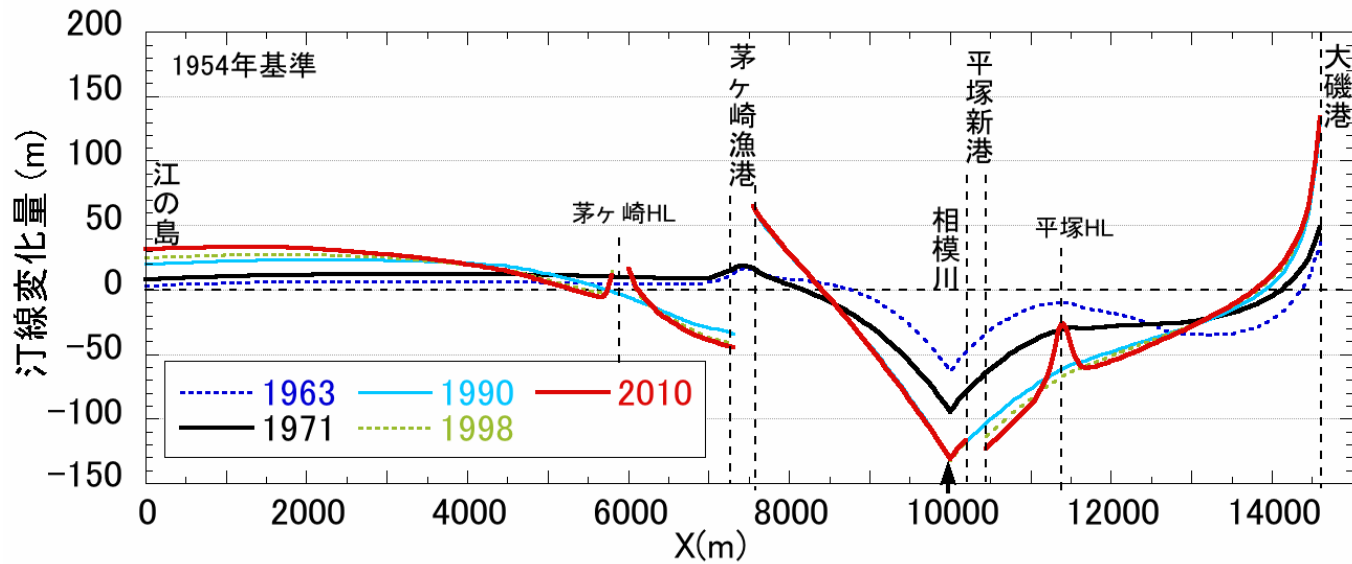


図-12 1954年基準での2010年の地形変化量の平面分布

5. 再現計算

(a) 再現計算



(b) 実測

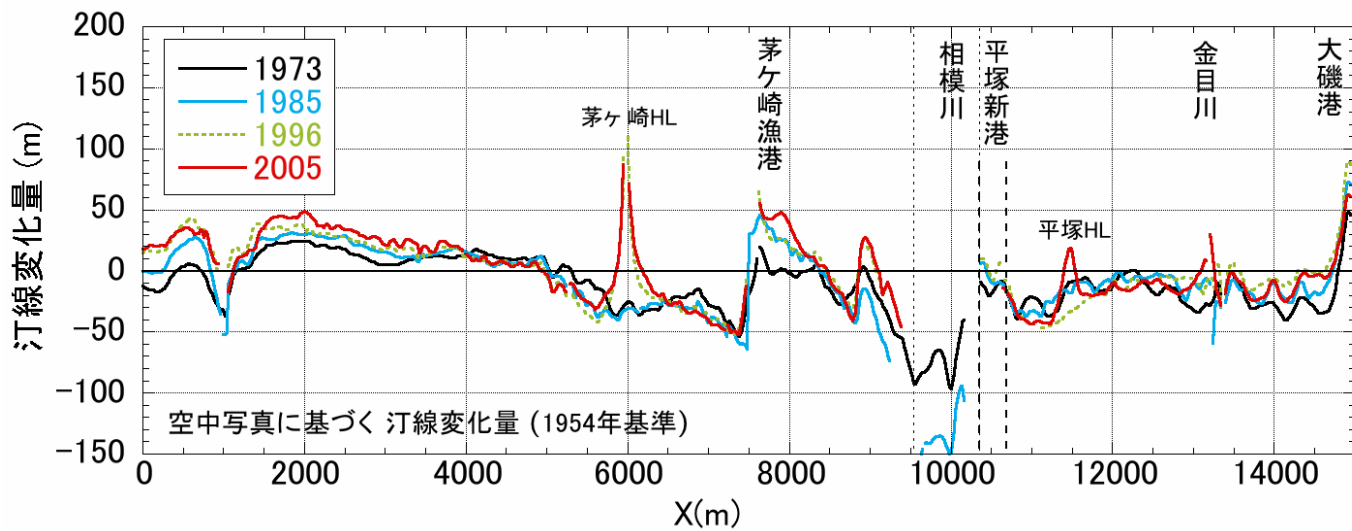
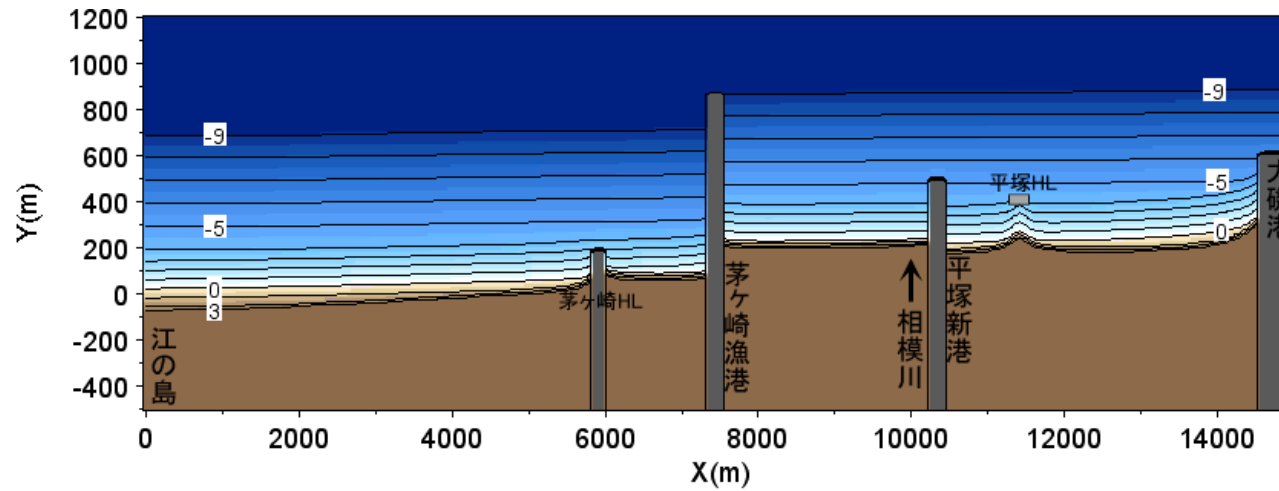


図-13 汀線比較

5. 将来予測計算

ケース1: 流出土砂量 0 m³/yr

(a) 予測地形



(b) 地形変化量
(2010年基準)

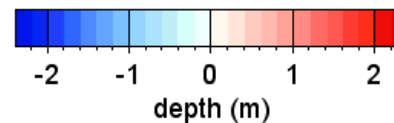
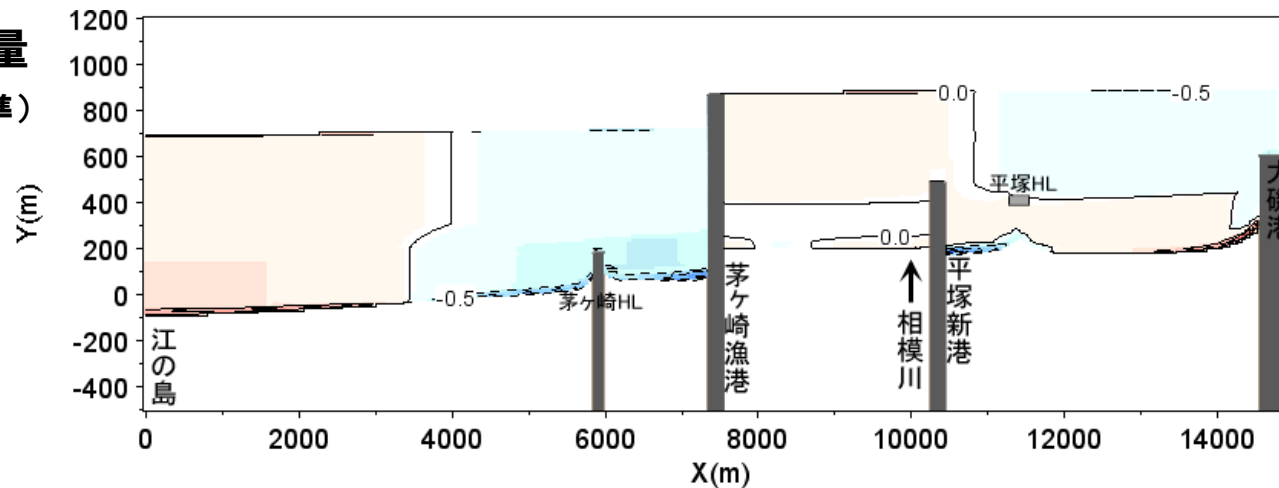


図-14 予測計算結果 (30年後) ケース1

5. 将来予測計算

ケース1: 流出土砂量 0 m³/yr

(c) 汀線変化

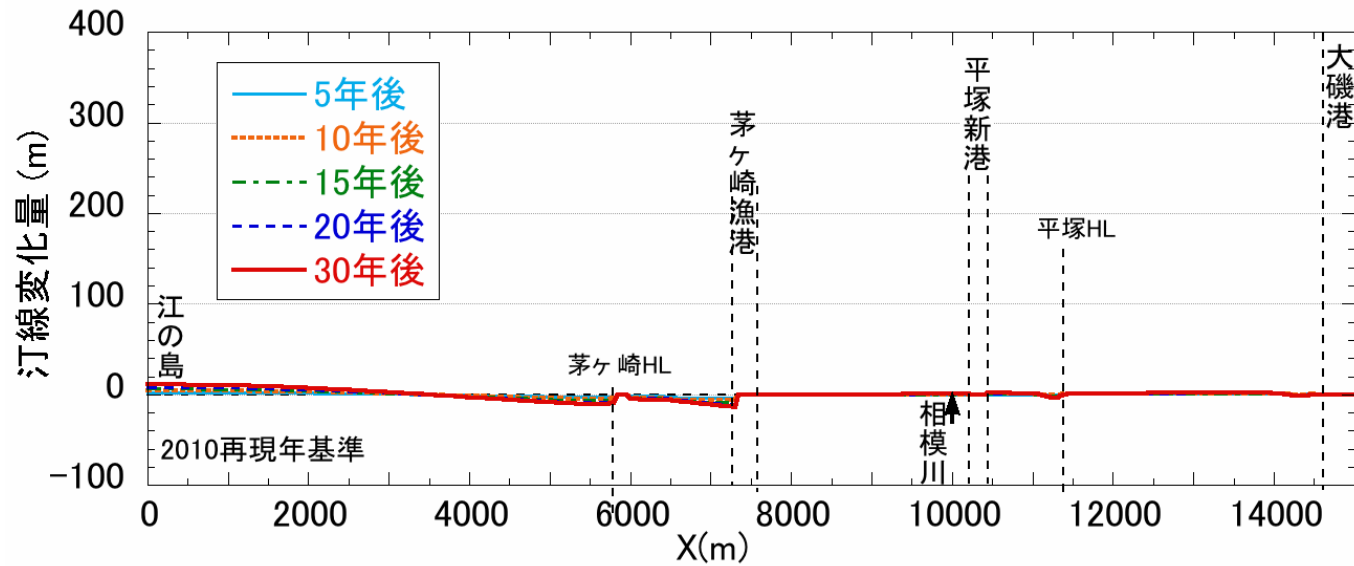
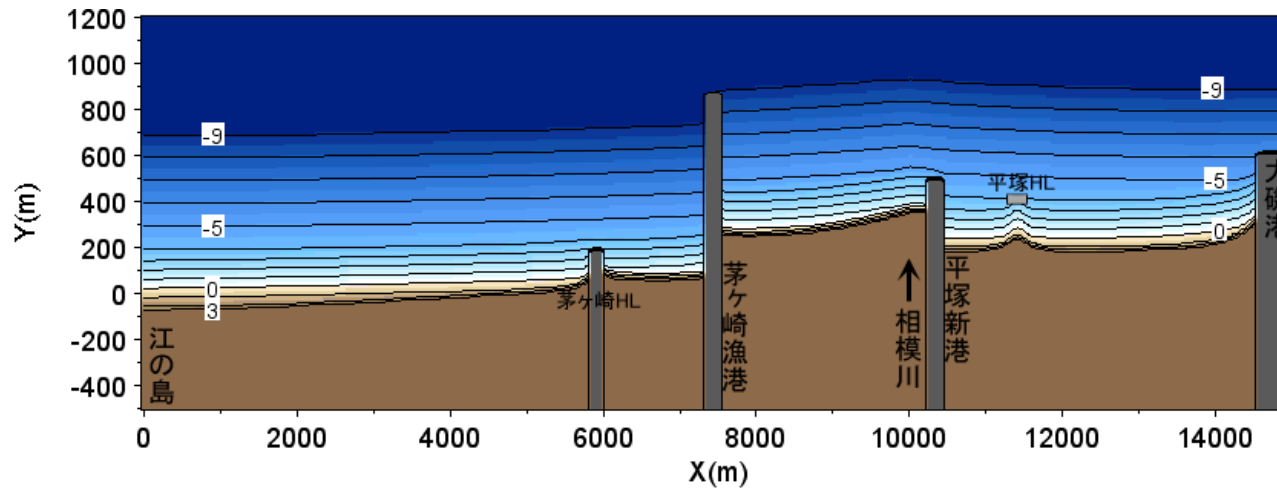


図-14 予測計算結果（30年後）ケース1

5. 将来予測計算

ケース2: 流出土砂量 $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

(a) 予測地形



(b) 地形変化量
(2010年基準)

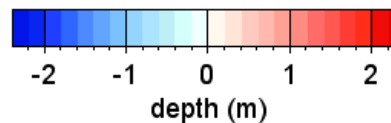
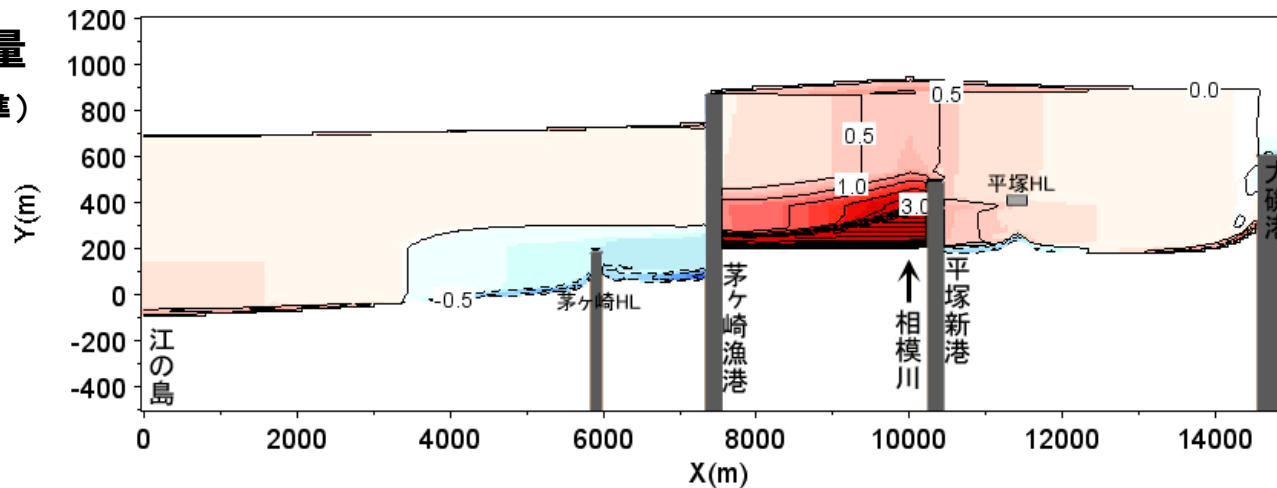


図-15 予測計算結果 (30年後) ケース2

5. 将来予測計算

ケース2: 流出土砂量 $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

(c) 汀線変化

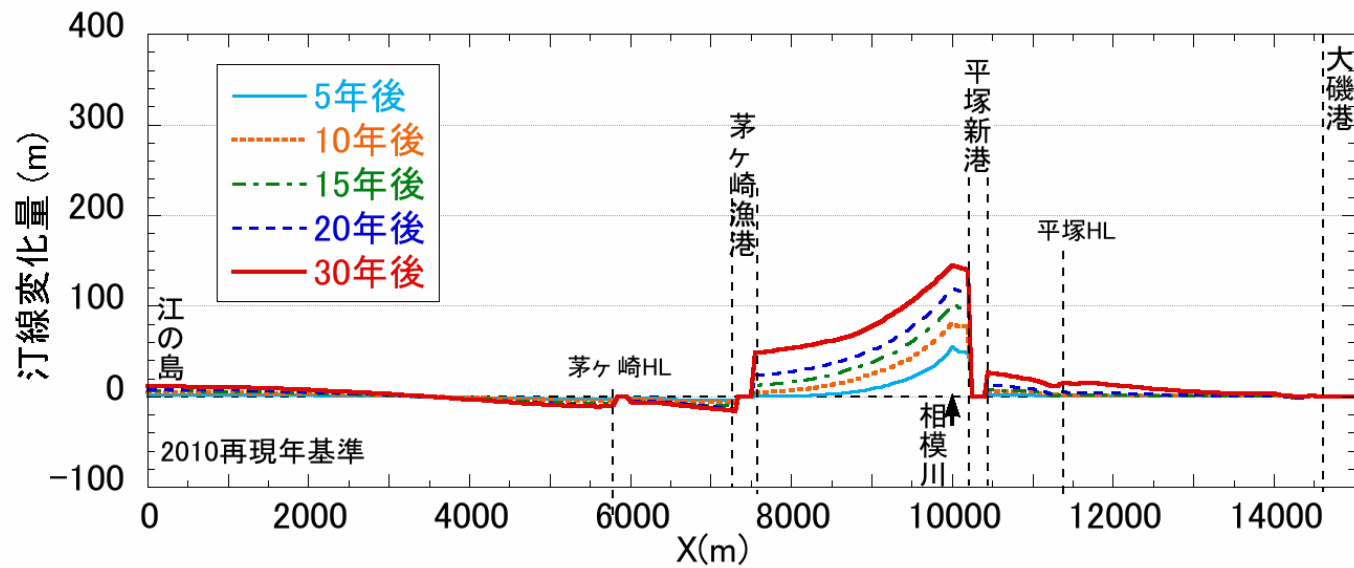
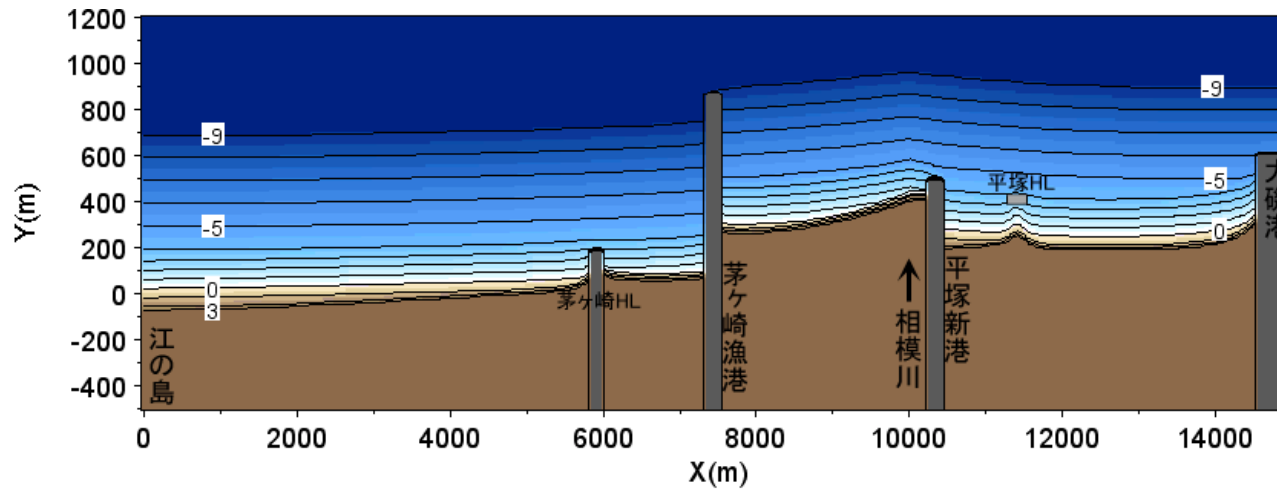


図-15 予測計算結果（30年後）ケース2

5. 将来予測計算

ケース3: 流出土砂量 $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

(a) 予測地形



(b) 地形変化量
(2010年基準)

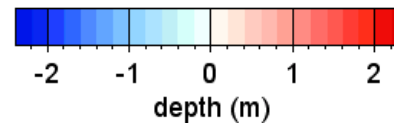
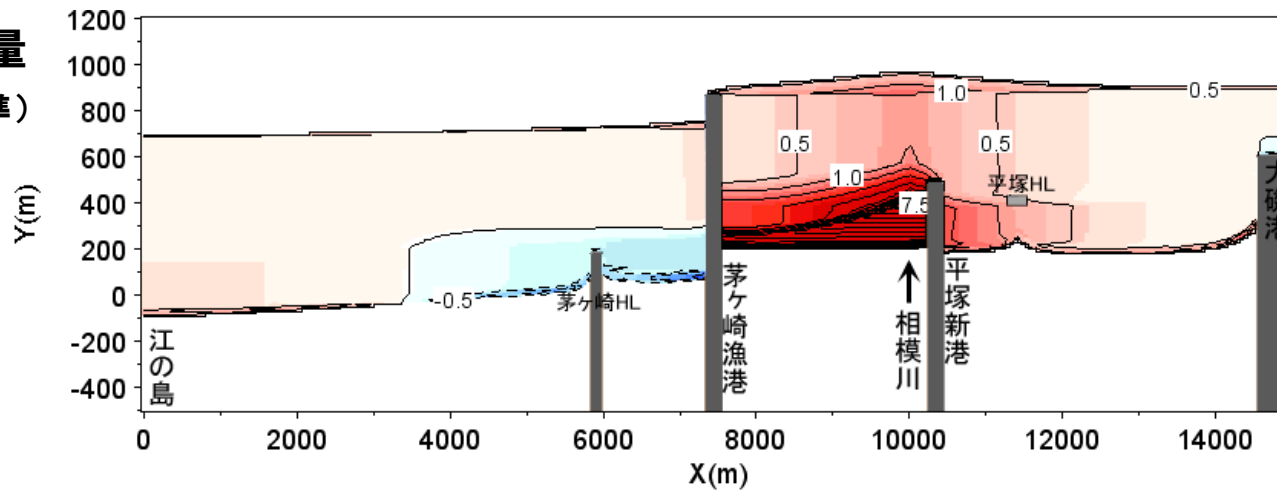


図-16 予測計算結果 (30年後) ケース3

5. 将来予測計算

ケース3: 流出土砂量 $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$

(c) 汀線変化

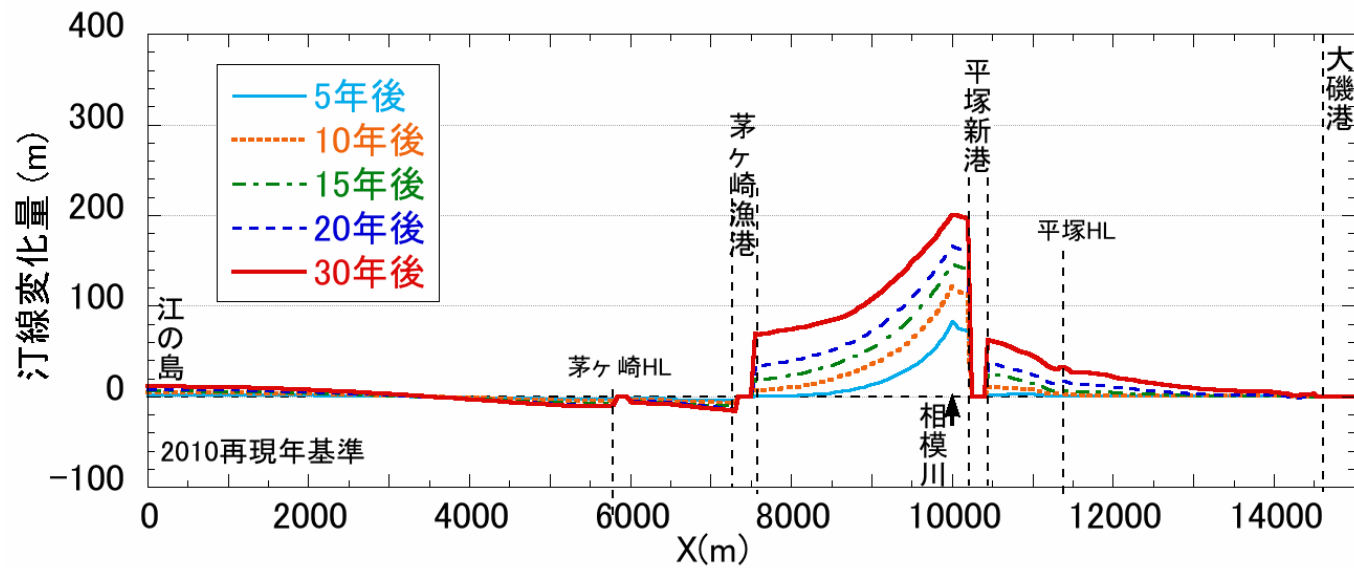
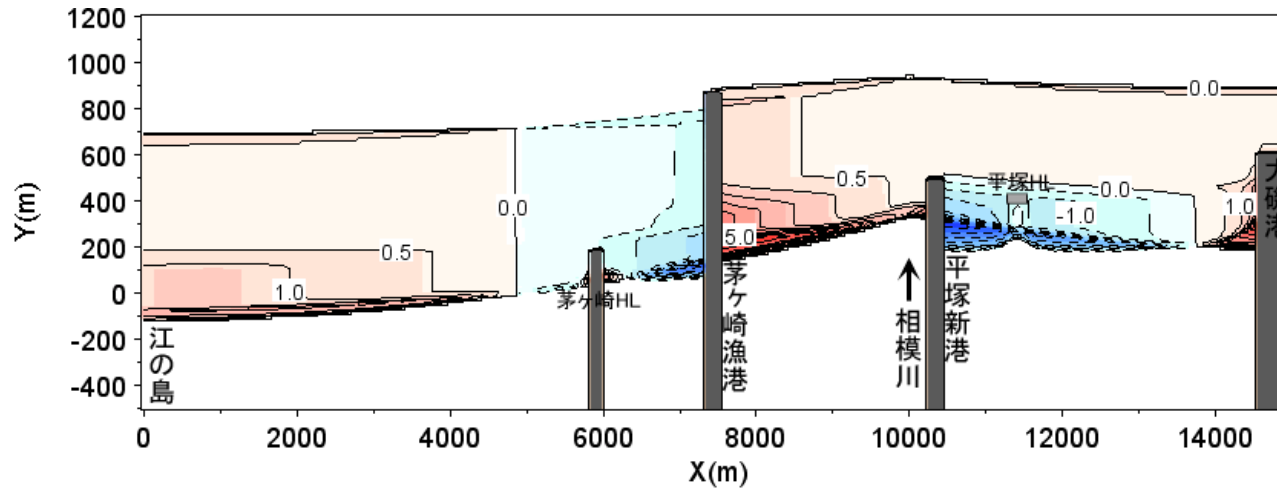


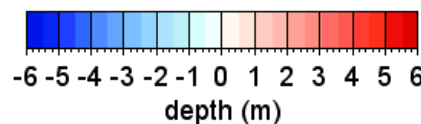
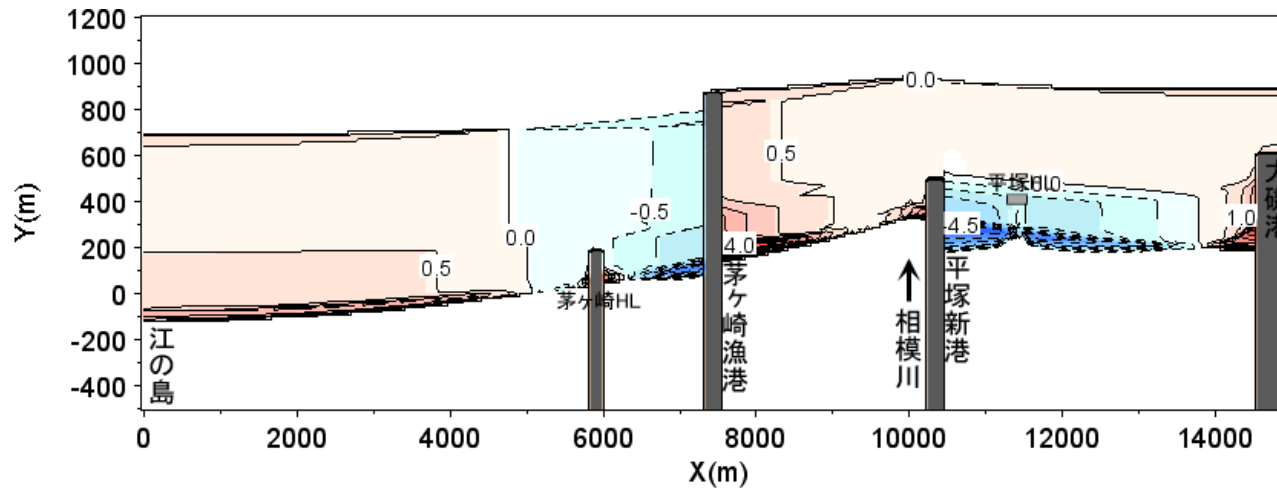
図-16 予測計算結果 (30年後) ケース3

5. 将来予測計算

(a) ケース2: 流出土砂量 $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ (30年後)



(b) ケース3: 流出土砂量 $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ (15年後)



流出土砂量が多いと、河口域では早期に自然状態(1954年)まで回復。一方、茅ヶ崎漁港東側、平塚新港西側では違いはみられない。

図-17 ケース2(30年後)とケース3(15年後)の水深変化量の比較(1954年基準)

6. 結論

- ① 実測データを基に自然状態にあった当時の相模川流出土砂量15万 m^3/yr と推定した上で、相模川流砂系に位置する大磯港～江の島までの延長16kmを対象に河川流出土砂量を増加させた場合の海浜変形予測を行った。
- ② この結果、現在の地形条件では、粒径0.15mm, 0.2mm, 1mmの含有率 $\mu_1=0.375$, $\mu_2=0.375$, $\mu_3=0.25$ となる土砂を河口から10万 m^3/yr の割合で流入させれば30年後に自然状態にあった当時の河口テラスの復元が可能であり、流出土砂量を15万 m^3/yr まで増加させればさらに早期に河口テラスの復元が可能である。
- ③ 最終的に、30年以内の河口デルタ復元と海岸保全に必要とされる相模川の期待流出土砂量は10～15万 m^3/yr となる。
- ④ 河川流出土砂量を増加させたとしても、茅ヶ崎漁港の防波堤による東向きの沿岸漂砂が阻止されている以上、茅ヶ崎漁港より東側の海岸保全には効果がない。海岸保全のためには、別途、茅ヶ崎漁港の上手側から下手側へのサンドバイパスを行う必要がある。
- ⑤ 河川流域の変化と同時に海岸の条件も変化してきているので、ただ単に昔のような河川にすれば「白砂青松」が復元されると考えるのは誤りである。