

# 第12回渥美半島表浜海岸保全対策検討会

## 参考資料

### — 目次 —

参考資料 1	海食崖について . . . . .	1
参考資料 2	土砂収支について . . . . .	3
参考資料 3	地形変化シミュレーションについて . . . . .	7
参考資料 4	Bruun則、修正Bruun則について . . . . .	13
参考資料 5	静岡県が検討している県境の沿岸漂砂量について . . . . .	21
参考資料 6	沿岸漂砂の移動高について . . . . .	24

参考資料1  
海食崖について

# 1. 海食崖について

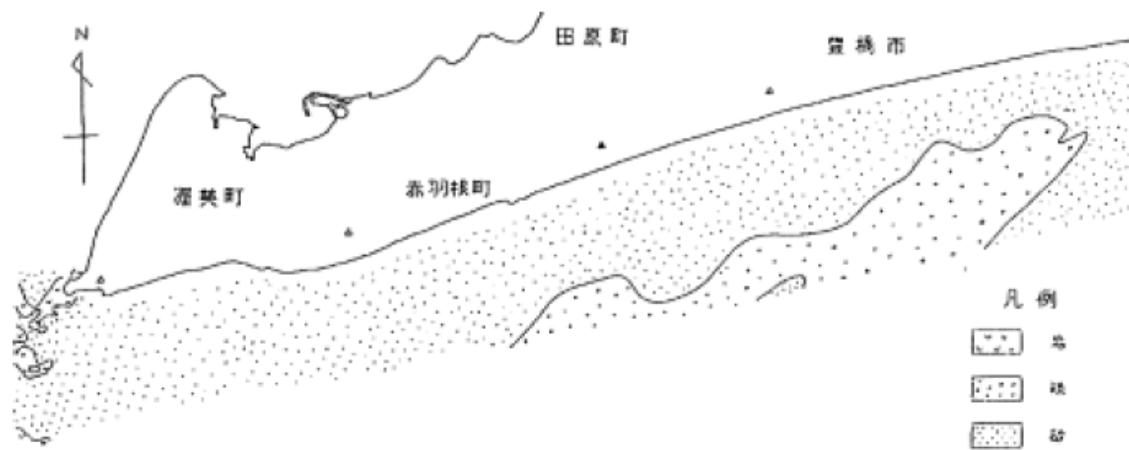
## (1) 表浜海食崖に関する既往資料

- 海食崖の崩壊により約6万m<sup>3</sup>/年の土砂供給があったものと推定されている。
- 現在は、治山事業等の対策により海食崖から土砂供給はほとんどない。

### ◆渥美半島地域

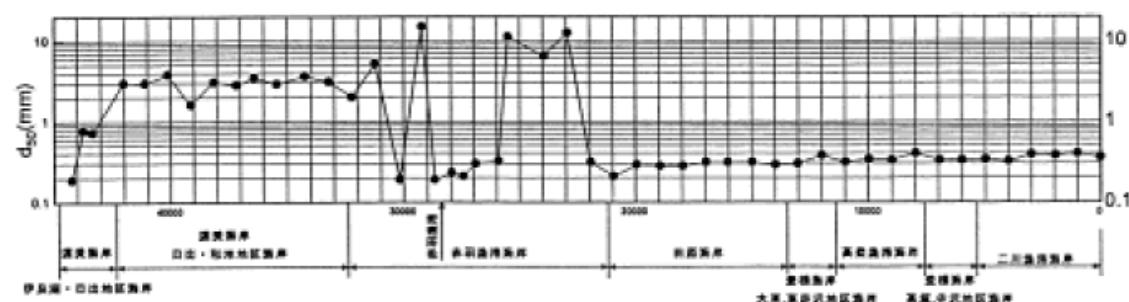
渥美半島の底質は、主に砂質・礫質・岩石で構成される海岸に大別できる。礫質海岸は田原海岸六連付近を境に西半分に分布するが、現地踏査結果によると特に赤羽根漁港を境に粒径が大きくなる傾向にある。岩石海岸は赤羽根漁港海岸高松～一色、渥美海岸和地、伊良湖岬付近の3地域で半島西部に限って分布している。特に西部の礫質海岸は背後の海崖から供給される砂礫の影響が大きく現れているものと考えられ、海崖との関係から局地的な分布を誘引し、変動が大きい。

全域の平均値は底質粒径を中央粒径値でみると0.5mm程度であり、汀線付近では0.7mmと若干大きくなる傾向にある。



底質の分布

(沿岸海域基礎調査-豊橋伊良湖地区,国土地理院,S43)



遠州灘汀線付近の平均粒度の分布

(遠州灘沿岸侵食対策基本整備計画の検討報告書,愛知県豊橋土木事務所,H9.3)

崖崩壊を遠州灘沿岸の国土地理院発行の地形図(大正6・7年と平成3・6年)から崖の位置を判読し、崖崩壊箇所を整理するとともに崩壊土砂量を算定した。

崩壊土砂量を試算すると、大正7年から平成6年の76年間として約460万m<sup>3</sup>であり、年間当たり平均すると崩壊土砂量は約6万m<sup>3</sup>/年に相当すると考えられる。  
ただし、現在では治山事業による崖崩壊対策が進んだことにより、海食崖からの土砂供給はほとんどないものと考えられる。

### 〈判読結果〉

- ・文献等に示されているように洪積層が極めてもろい性質であることから、海蝕崖崩壊が所々で確認できる。
- ・日常的な大規模の崖の崩落は考えにくく、昭和19年(1944年)の東南海地震による大規模な崩落や、昭和28年(1953年)の台風13号、昭和34年(1959年)の伊勢湾台風などの豪雨時により、激しく侵食されたものと考えられている。
- ・1箇所当たり平均約40m崖が後退しており、その崩壊面積は平均で約11万m<sup>2</sup>である。しかし、文献資料から地震、津波、台風等により、侵食が進むことが報告されていることから、経年的に海岸へ上記の土砂量が供給されていたとは考えにくい。また、現在では治山事業により、崖対策が行われていることから、今後はその供給も期待できないと考える。
- ・海食崖の粒度分布としてシルト分が多いことから、海岸の砂浜への寄与の割合が低いことが想定されるが、定量的な寄与率等について現段階では不明であり、今後の課題と考えられる。

図 2.11 地形図による崖崩壊土砂量

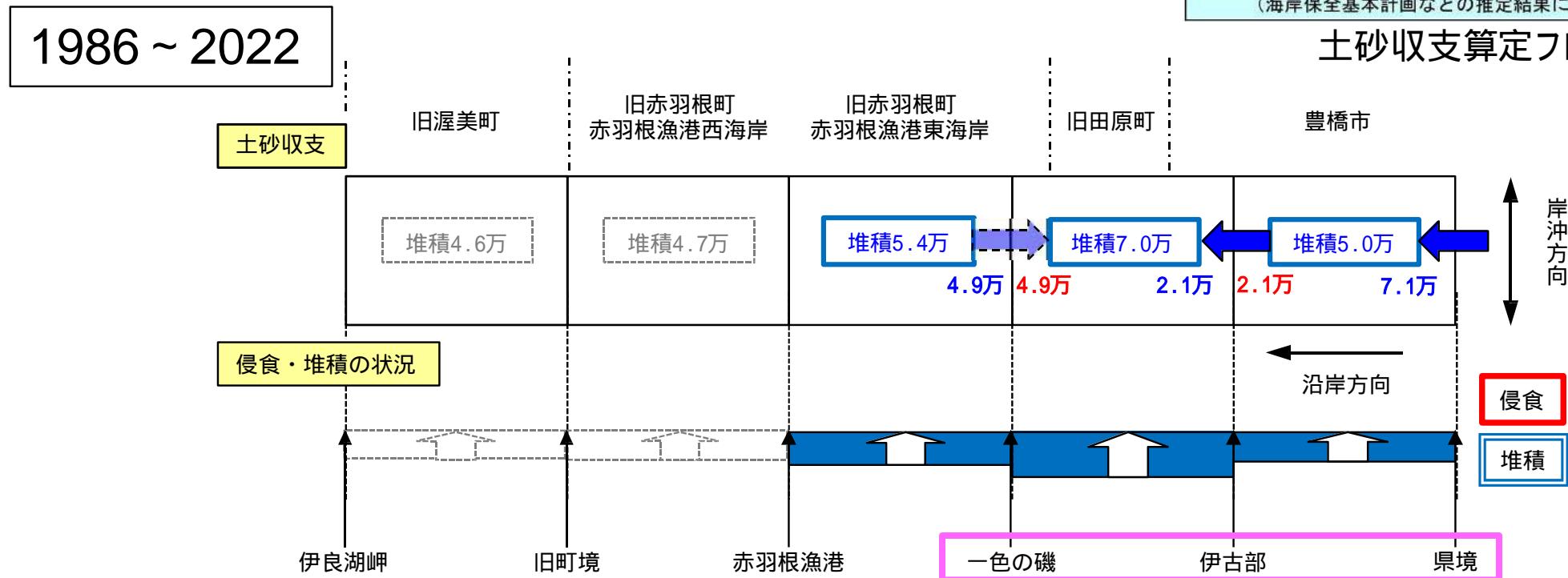
参考資料2  
土砂収支について

# 2. 土砂収支について

## (1) 表浜全体の土砂収支

○第11回渥美半島表浜海岸保全対策検討会で示した表浜全体の土砂収支を示す。

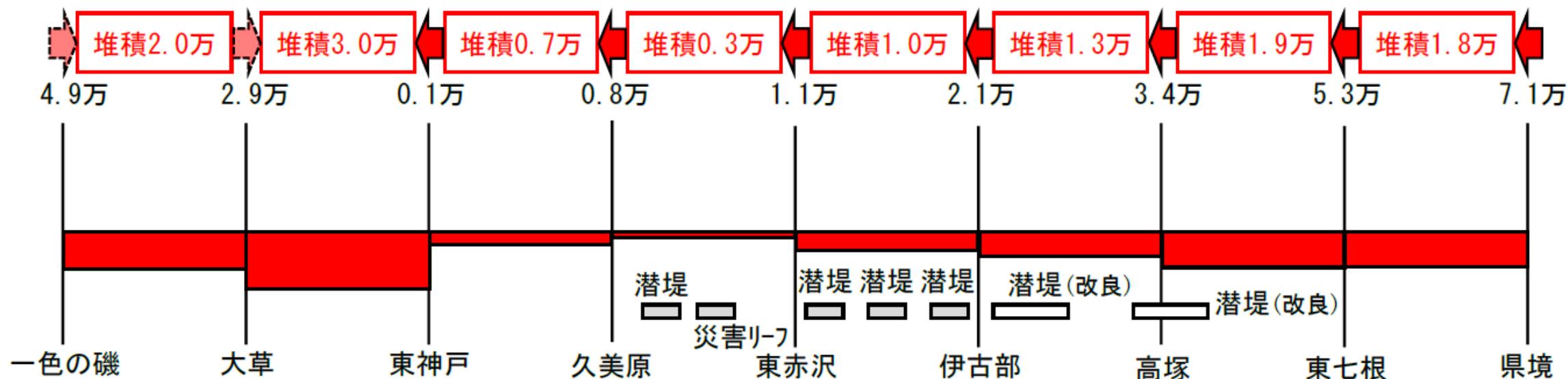
- 現行計画の土砂収支算定フローに基づき、2007年以降の6時期の空撮解析データ(2011、2015、2017、2019、2020、2022年)を追加して海岸全体の土砂収支を更新。
- 本検討における静岡県との県境付近における土砂移動量は約7.1万m<sup>3</sup>/年と推定。現行計画の約7万m<sup>3</sup>/年(既往の漂砂解析結果からの推定値)と概ね合致。



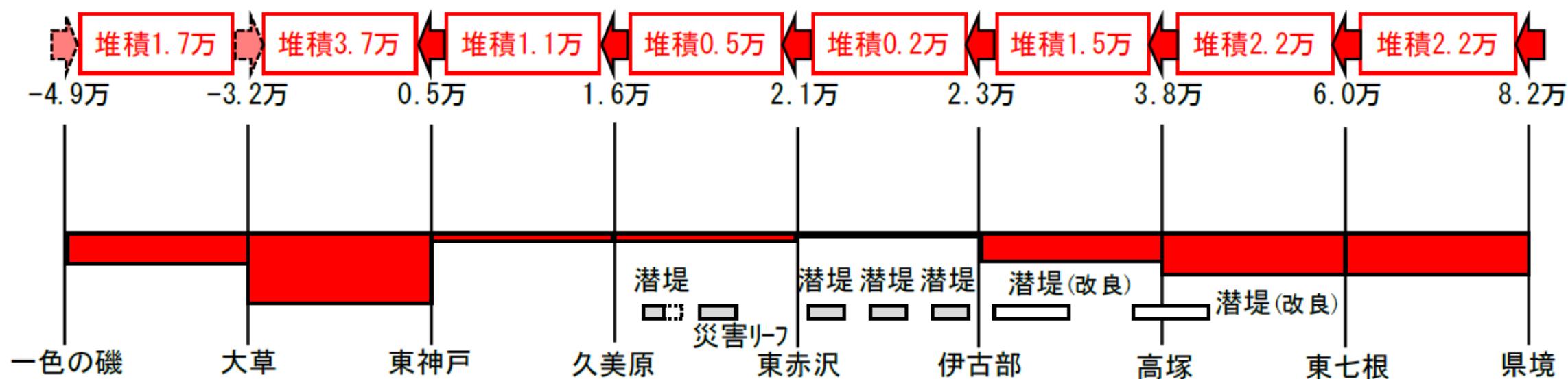
# 2. 土砂収支について

## (2) 潜堤群周辺の土砂収支 (最新)

- 潜堤群周辺を対象とした県境か一色の磯までの詳細な土砂収支の推定結果を示す。
- 最新となる2022(R4)までの結果を見ると、全体が堆積傾向となっている。



県境～一色の磯における土砂収支(1986(S61)～2022(R4))



県境～一色の磯における土砂収支(1986(S61)～2017(H29))

## 2. 土砂収支について

### (3) 潜堤群周辺の土砂収支（潜堤改良前）

- 潜堤改良前を対象として算出し、遠州灘沿岸海岸保全基本計画に記載されている土砂収支を示す。
- 潜堤の漂砂上手側となる県境側で堆積傾向、下手側で侵食傾向となっている。

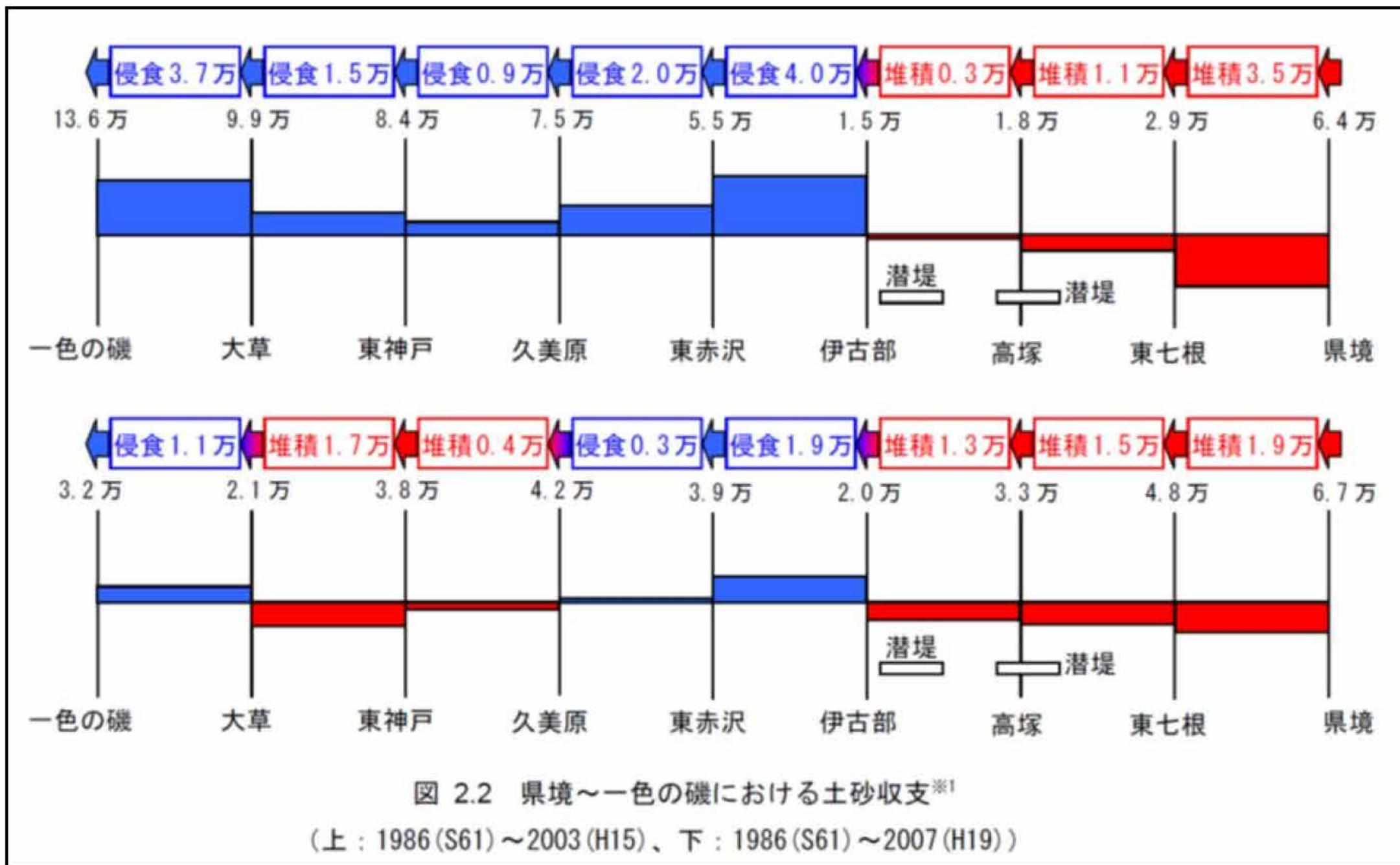


図 5.3 県境～一色の磯における土砂収支（潜堤改良前）※

参考資料3  
地形変化シミュレーションについて

# 3. 地形変化シミュレーションについて

## (1) 等深線変化モデル計算条件 (第5回渥美半島表浜海岸保全対策検討会資料)

- 第5回渥美半島表浜海岸保全対策検討会で示した等深線変化モデルの計算条件を示す。
- 計算範囲は、豊橋海岸高塚付近から田原・豊橋海岸六連付近となっている。

### 3.2.2 等深線変化モデル概要

潜堤性能評価計算等に用いる等深線変化モデルは、沿岸漂砂の長期的海浜変形を予測する土砂収支解析モデルである。当沿岸の動的安定化区間においては、長期間の砂浜幅の現地計測結果（青木教授らによる調査結果）より概ね40mの幅で砂浜幅の短期変動が見られるが、本モデルの基本仮定として岸沖方向の砂移動は長期的にはバランスしており、暴浪時の短期的な縦断地形変化は無視できることを前提としている。ゆえに、本モデルで得られる解析結果は、カスピの消長や暴浪時の一時的、局所的な地形変化について対象とするものではなく、長期（1年以上）の沿岸に来襲する平均的な波浪条件下での地形変化を対象としている。

表 3.2 シミュレーション概要

計算モデル	等深線変化モデル (参考モデル: 芹沢ら (2002) ※1) (海浜縦断面の平衡勾配考慮、潜堤の存在は波浪の透過率で考慮。) ※1 「海浜縦断面の安定化機構を組み込んだ等深線変化モデル」、海岸工学論文集、第49巻、pp.496~500、2002年
入射波浪条件	エネルギー等価波 (通年) ※2 波高 1.44m、周期 6.25sec、波向 S4° E ※2 赤羽根漁港沖水深 25~30m 付近での観測値を統計処理 (観測期間 2004/8~2006/8)
地形条件	初期地形を一直線上の直線状海浜として与え、図 3.3 に示す測量結果より 5~-3 までは 1/20、-3~-は 1/100 として与えた。
地形変化の水深範囲※3	バーム高 ( $h_R$ ): 2.0m 限界水深 ( $h_c$ ): -8.0m ※3 $h_R$ 、 $h_c$ については宇多の値をそのまま用いた。(日本の海岸侵食 pp.247-257)
諸係数	沿岸漂砂量係数 : 0.0153 小笹プランプトンの係数 : 1.80 岸沖漂砂量係数 : 0.01
計算範囲	<潜堤性能評価計算> 計算範囲: 豊橋海岸高塚付近 ( $x=7000$ ) ~ 高豊漁港海岸伊古部付近 ( $x=9200$ ) 計算格子: 水平方向 10m、鉛直方向 1m <広域地形変化予測計算> 計算範囲: 豊橋海岸高塚付近 ( $x=7000$ ) ~ 田原・豊橋海岸六連付近 ( $x=16000$ ) 計算格子: 水平方向 20m、鉛直方向 1m
計算期間	再現計算期間: 1986~2007年 (21年間) 将来予測期間: 2007~2017、2037 (10年間、30年間)
計算領域端部の境界条件	動的安定状態を仮定するため、県境側端部から $7 \text{ 万 m}^3/\text{yr}$ を流入させ、赤羽根側端部にて、 $7 \text{ 万 m}^3/\text{yr}$ を減じた。
計算時間間隔	6hr
数値計算手法	差分法 (陽解法)

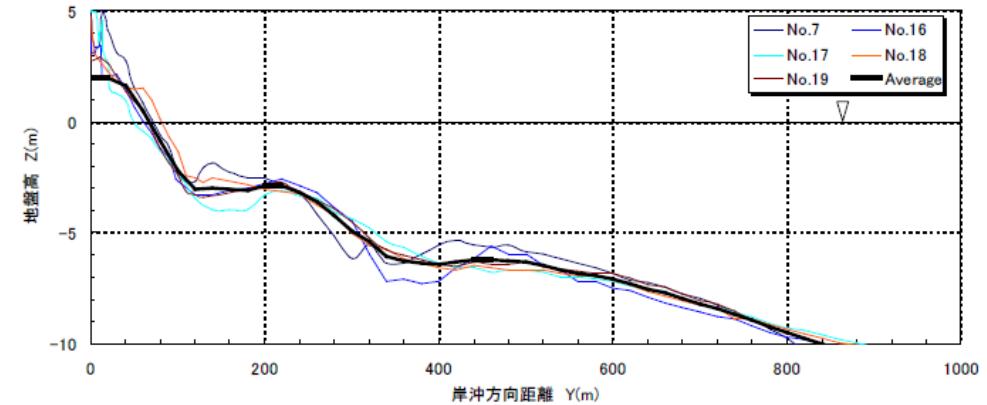


図 3.3 海浜縦断地形の重ね合わせ結果

(No. 7 :  $x=6000$ 、No. 16 :  $x=11800$ 、No. 17 :  $x=12800$ 、No. 18 :  $x=13800$ 、No. 19 :  $x=14800$  付近)

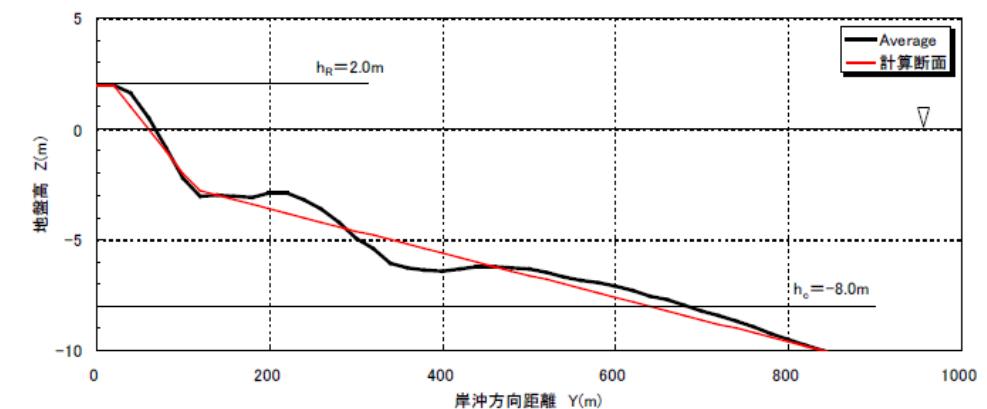


図 3.4 初期地形条件における断面勾配の設定 (図 3.3 の地形の平均ラインを採用)



# 3. 地形変化シミュレーションについて

## (2) 将来予測計算結果 (第4回渥美半島表浜海岸保全対策検討会資料)

- 潜堤再配置を検討した際の将来予測計算結果を示す。
- 侵食対策を実施しない場合、将来最大25m程度汀線が前進、最大25m程度の汀線が後退する結果となっている。

等深線変化モデルを用いて、既設潜堤群の現況（2007年時点）での堆砂性能の評価、および今後30年間に於ける海浜地形変化の予測計算を行った<sup>※3</sup>。はじめに、潜堤設置以前である1986年を初期地形、2007年を再現年次とし、潜堤設置後の海浜変形の再現性を確認した。図4.4に現況再現結果、以下に結果の要点を示す。

### <現況再現性の確認>

- ・ 実測汀線（青線：2007年空撮による砂浜幅解析結果）とモデル計算結果（赤線）は、各等深線で概ね一致しており、本モデルによる現況海浜地形の再現性を確認した。
- ・ 豊橋海岸～高豊漁港海岸の潜堤群背後の堆積域と、その下手侵食域が再現された。

次に、現況（2007年）から10年後（2017年）、30年後（2037年）における海浜地形変化の予測計算を行った。図4.5に予測計算結果、以下に要点を示す。

### <海浜地形変化の予測>

- ・ 汀線変化量図（図4.5下図）より、今後30年間では、潜堤群背後および上手では高塚地区を中心に、最大25m程度汀線が前進し、下手では東赤沢地区を中心に侵食が進行し、最大25m程度の汀線後退が生じる。また、図4.6の堆積域の面積変化量の推移より、30年間のほぼ直線的に堆積域の面積が増加することが予測され、このトレンドによれば、30年後以降も潜堤の堆砂性能が持続するものと推察される。ゆえに、今後も長期にわたり下手影響が持続する可能性が示唆される。

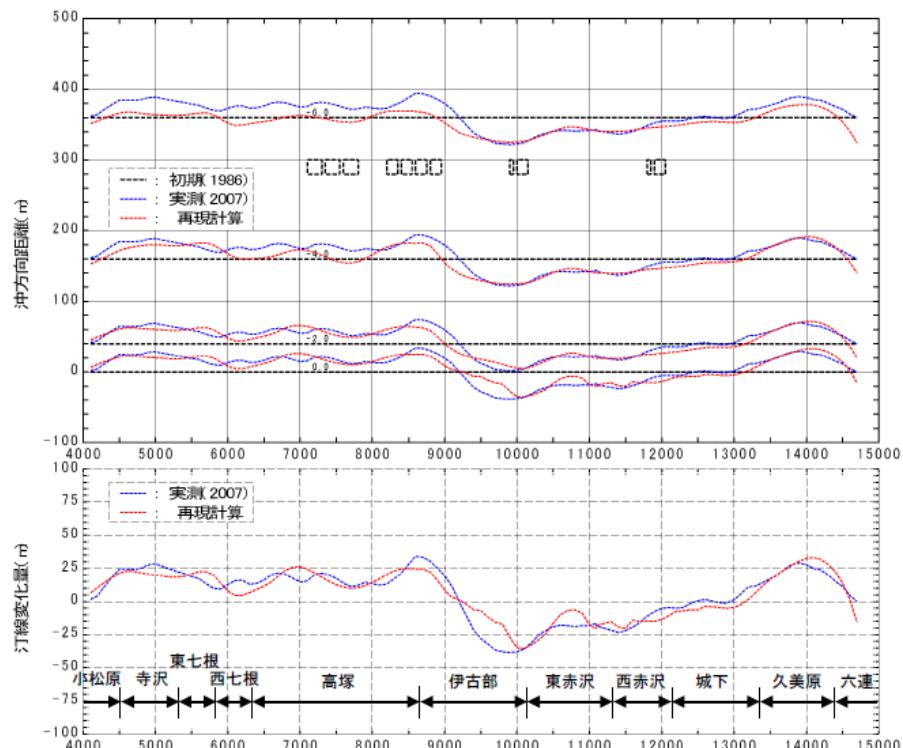


図4.4 等深線変化モデルによる現況再現結果（初期年次：1986年、再現年次2007年）

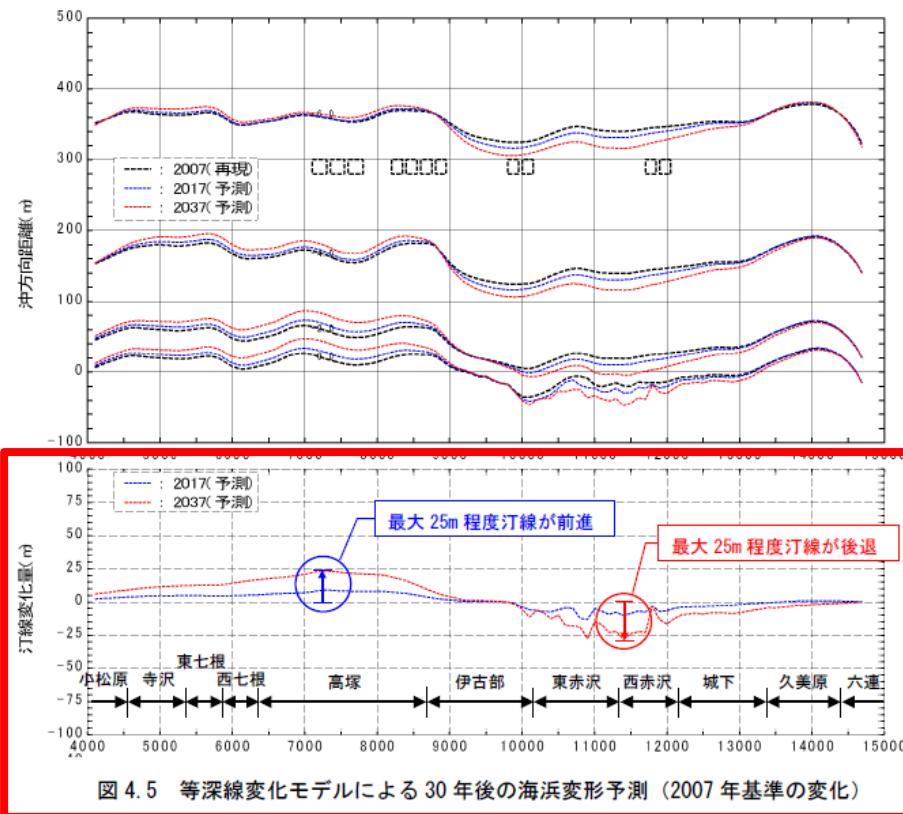


図4.5 等深線変化モデルによる30年後の海浜変形予測（2007年基準の変化）

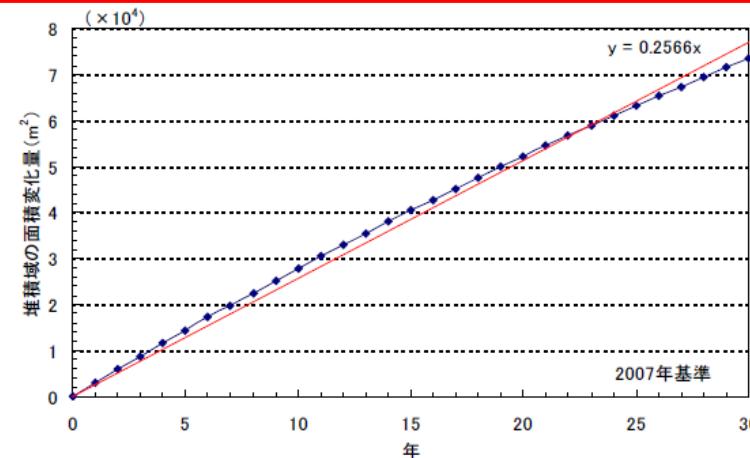


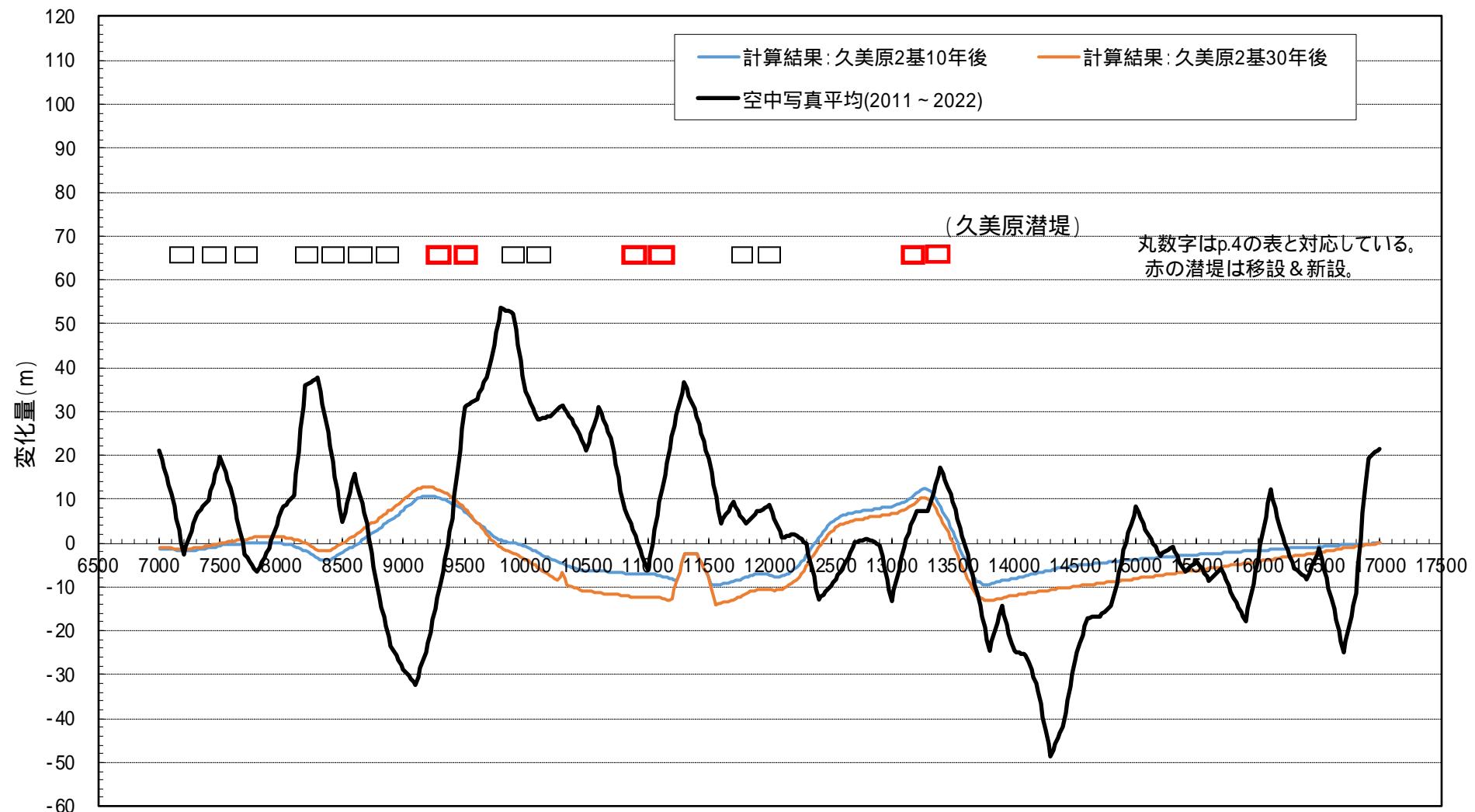
図4.6 今後30年間（2037年）における堆積域の面積変化量の推移（モデル計算結果）

※3 本モデルによる現況再現・予測計算は、県境からの流入漂砂量および下手境界（六連）からの流出漂砂量を同一（7万<sup>3</sup>/年）とした動的安定状態の海浜を設定し、潜堤設置による海浜地形変化を検証したモデル計算である。

# 3. 地形変化シミュレーションについて

## (3) 将来予測計算結果と実績の比較

- 再配置を実施した場合の将来予測計算結果と空中写真から読み取った汀線変化(T.P.0m)を比較した。
- 計算結果の変化が30年後で10～20mであるのに対して、実績は20～50m変化しており、計算結果と比較して実績の方が大きく変動している。



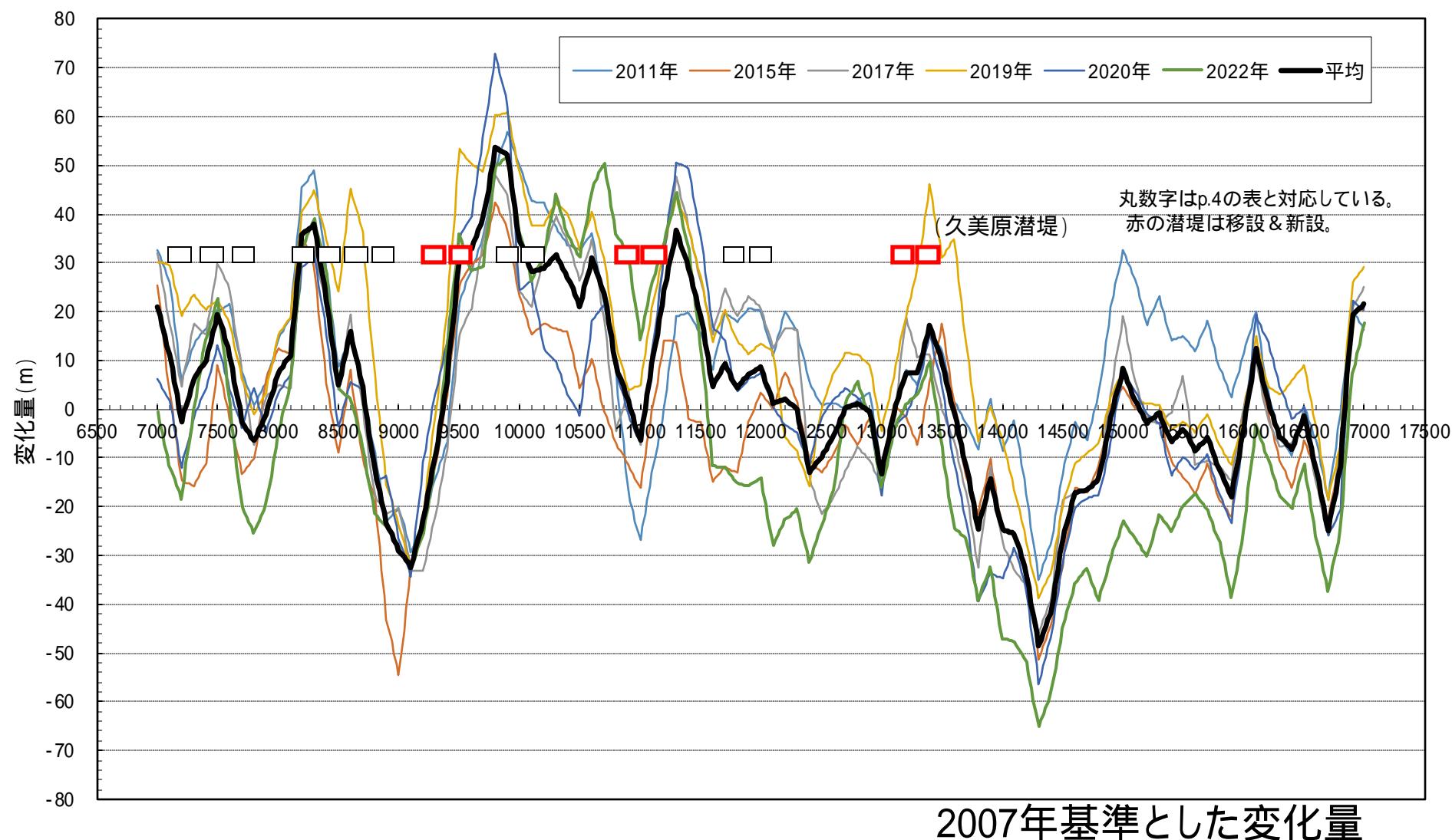
2007年基準とした場合の変化量 (T.P.0m)

空中写真から読み取った汀線変化汀線: 変化の傾向として2011～2022の平均とした(次ページ参照)

# 3 . 地形変化シミュレーションについて

## ( 4 ) 空中写真から読み取った汀線変化量(2007年基準)

- 対策開始後の空中写真から読み取った汀線変化(T.P.0m )を整理した。
- 沿岸方向における経年的な堆積と侵食の傾向は同様となっている。
- 最新となる2022年は久美原潜堤よりも右側(西側)での侵食が大きくなっている。高波浪等の影響が考えられる。



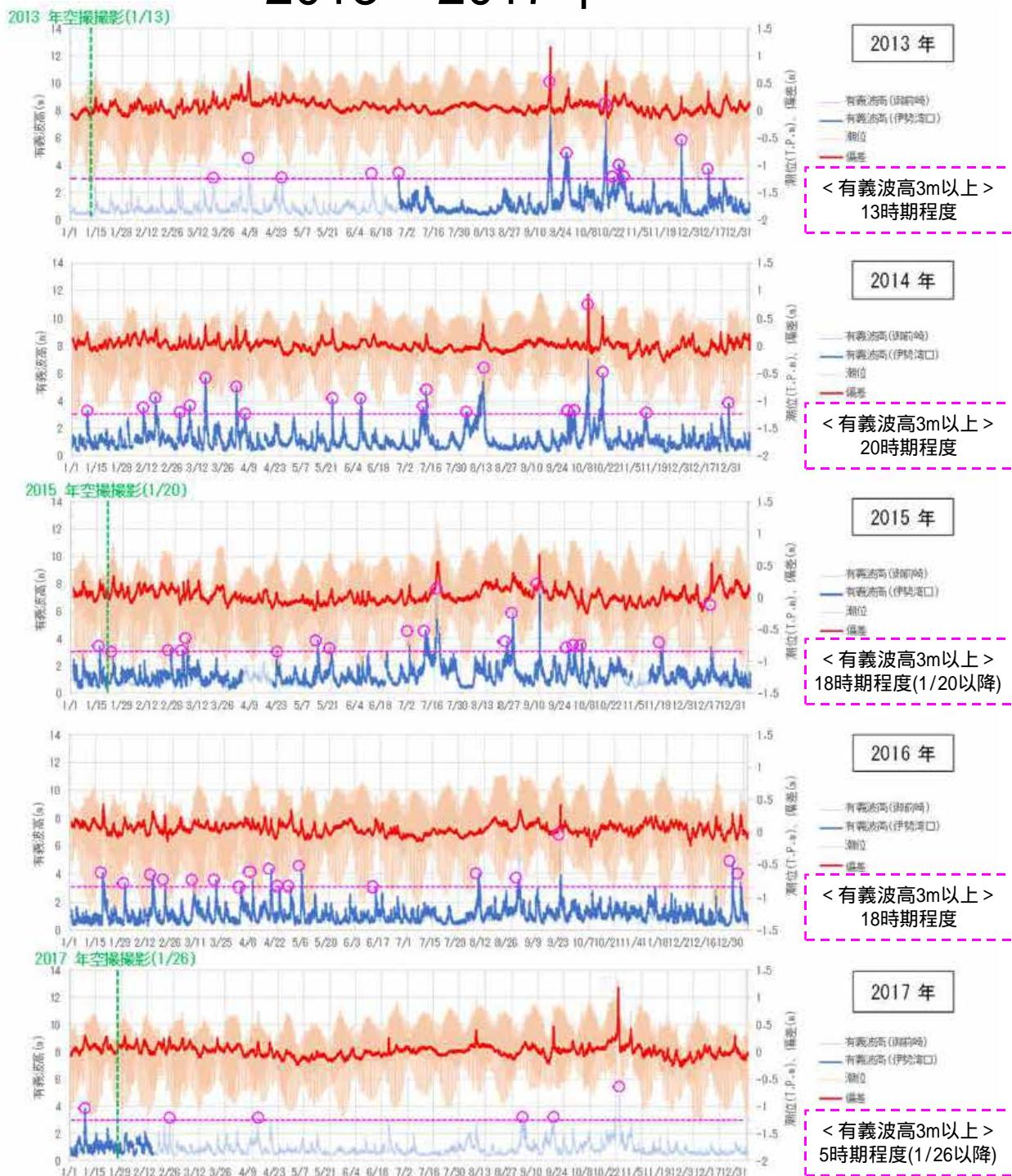
黒太線: 変化の傾向として計算結果の比較に用いた2011~2022の平均

# 3. 地形変化シミュレーションについて

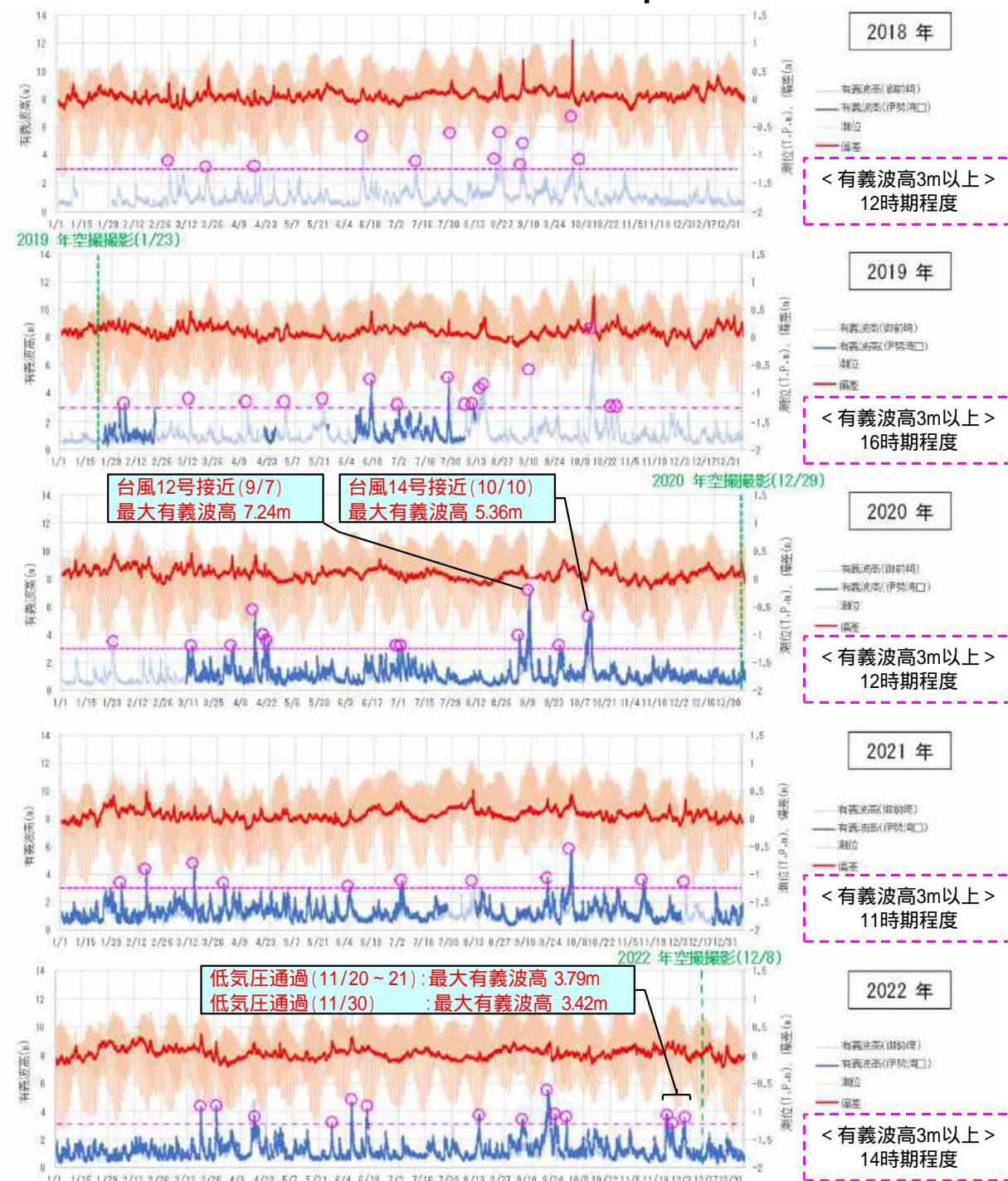
## (5) 空中写真撮影時期と高波浪の襲来状況

○2022年の撮影直前に、高波浪が襲来している。高波の波高値は、伊勢湾口(ナウファス)の抽出基準に準じて有義波高3mとした。

### < 2013 ~ 2017年 >



### < 2018 ~ 2022年 >

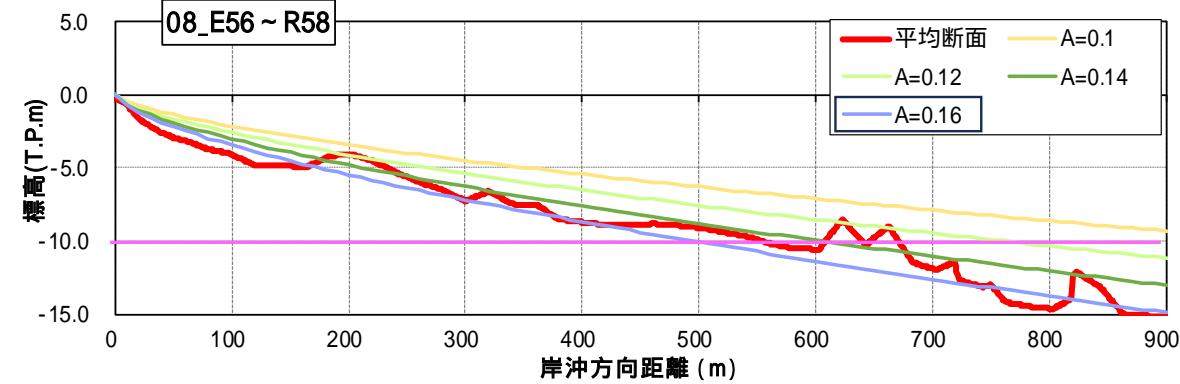
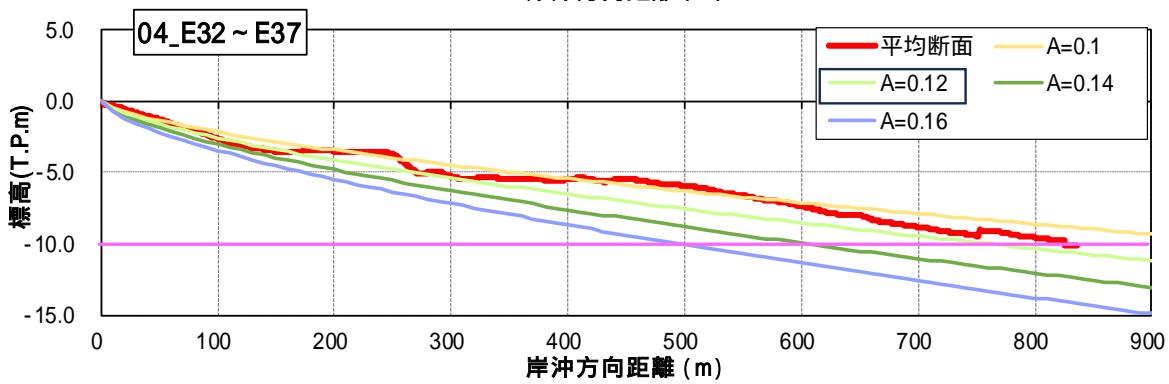
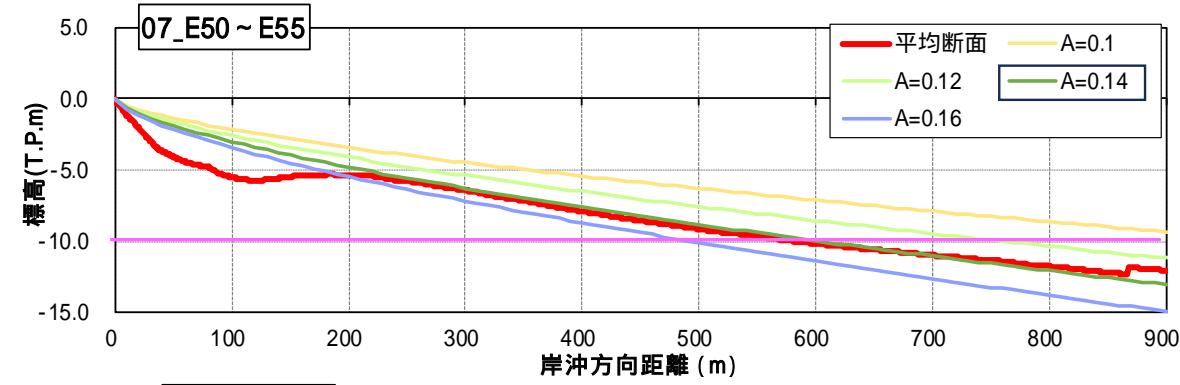
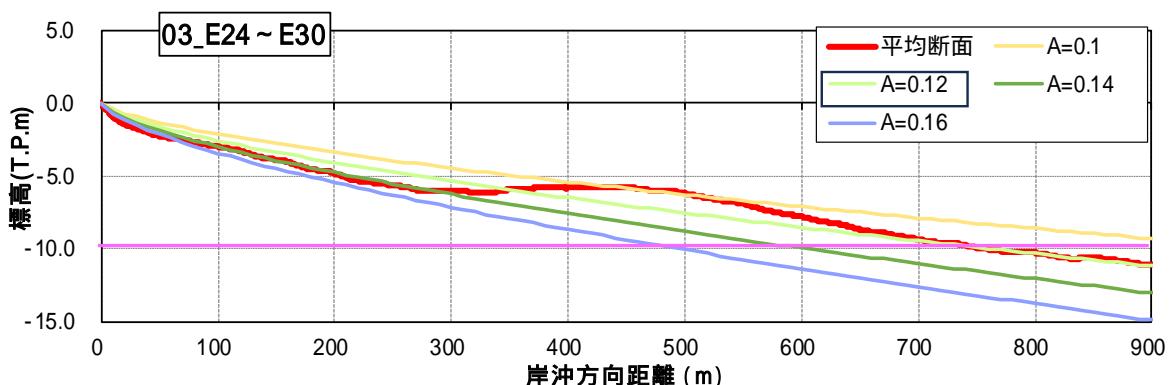
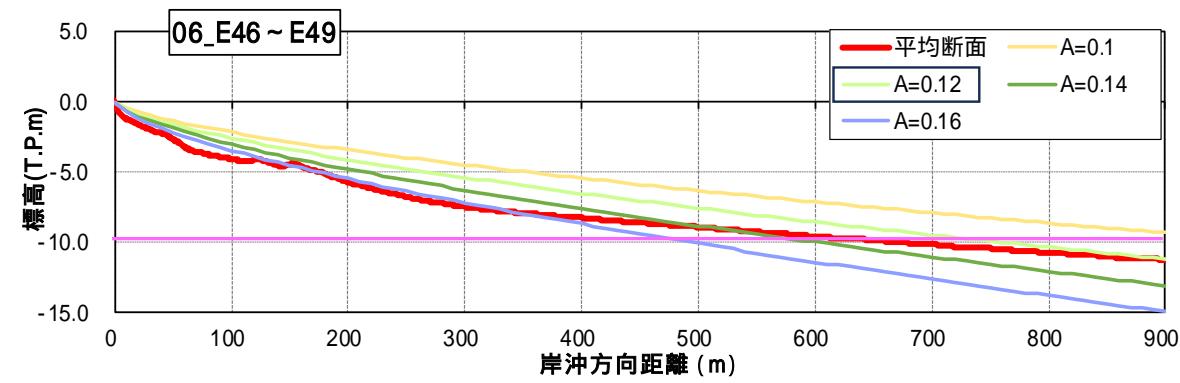
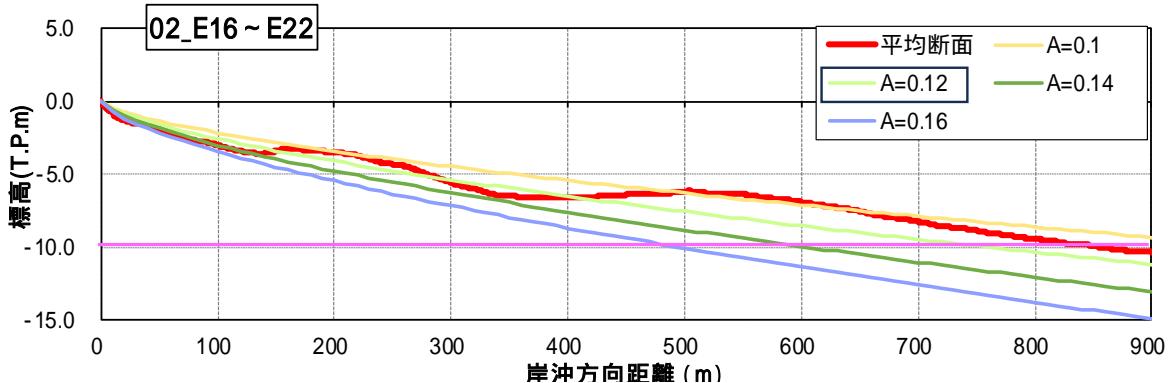
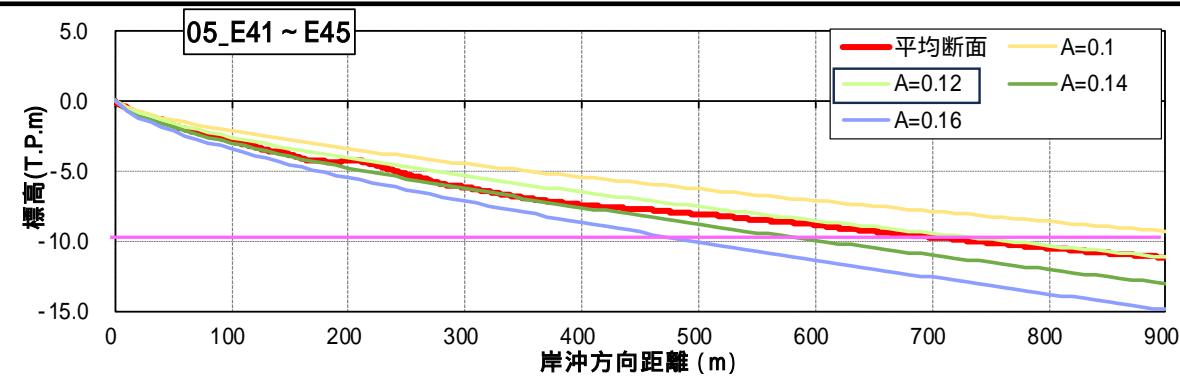
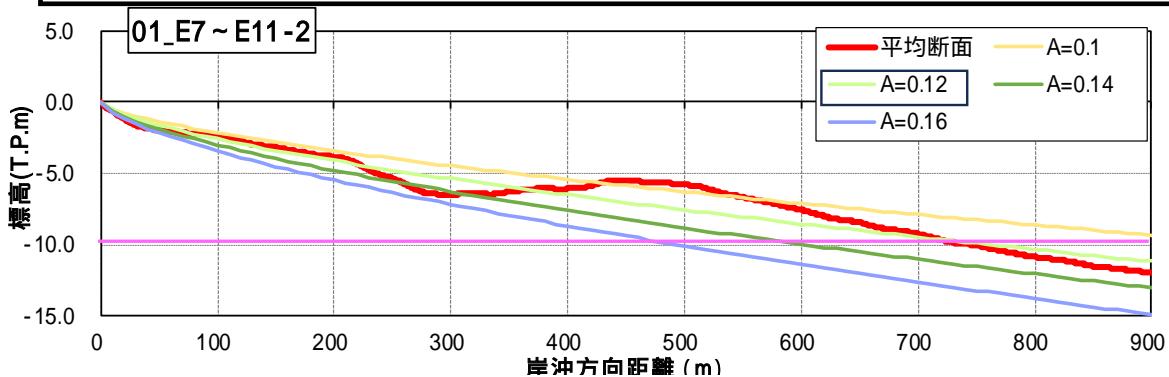


参考資料4  
Bruun則、修正Bruun則について

# 4 . Bruun則、修正Bruun則について

## (1) 区間平均断面と海浜断面係数の関係

- 移動限界水深付近(約T.P.-10m)で断面形状が近い値を0.02刻みで目視より区間ごとに設定した。
- 設定した海浜断面係数の結果を示す。



## (2) 修正Bruun則と誤差

- 修正Bruun則の方程式を示す。
- Bruun則で算定された汀線後退量は、海浜断面係数の設定により約2.8倍、約0.54倍程度の誤差は有することが示されている。

### (1) 研究の構成

本研究で修正Bruun則として扱うのは式(1)であり、右辺第1項までのBruun則に断面内の土砂量変化を表現する項が右辺第2項以降に追加された形となっている。

$$\frac{dX}{dt} = -\frac{dS}{dt} \left( \frac{W_*}{h_* + B} \right) + \frac{\phi}{(h_* + B)} - \frac{1}{L(h_* + B)} \frac{dV_{sink}}{dt} + \frac{1}{L(h_* + B)} \frac{dV_{source}}{dt} - \frac{1}{(h_* + B)} \frac{dQ}{dy} \quad (1)$$

ここで、 $X$  : 汀線の変化量 (m),  $S$  : 海面上昇量 (m),  $W_*$  : 土砂の移動限界水深までの水平距離 (m),  $h_*$  : 移動限界水深 (m),  $B$  : バーム高 (m),  $L$  : 海岸延長 (m),  $\phi$  : 移動限界水深より沖からの土砂供給量 ( $m^3$ ),  $V_{sink}$  : 漂砂系からの土砂損失量 ( $m^3$ ),  $V_{source}$  : 漂砂系への土砂供給量 ( $m^3$ ),  $dQ/dy$  : 沿岸漂砂量の沿岸方向の変化量 ( $m^3/year/m$ ).

### (2) 砂浜の平衡断面形状の検証

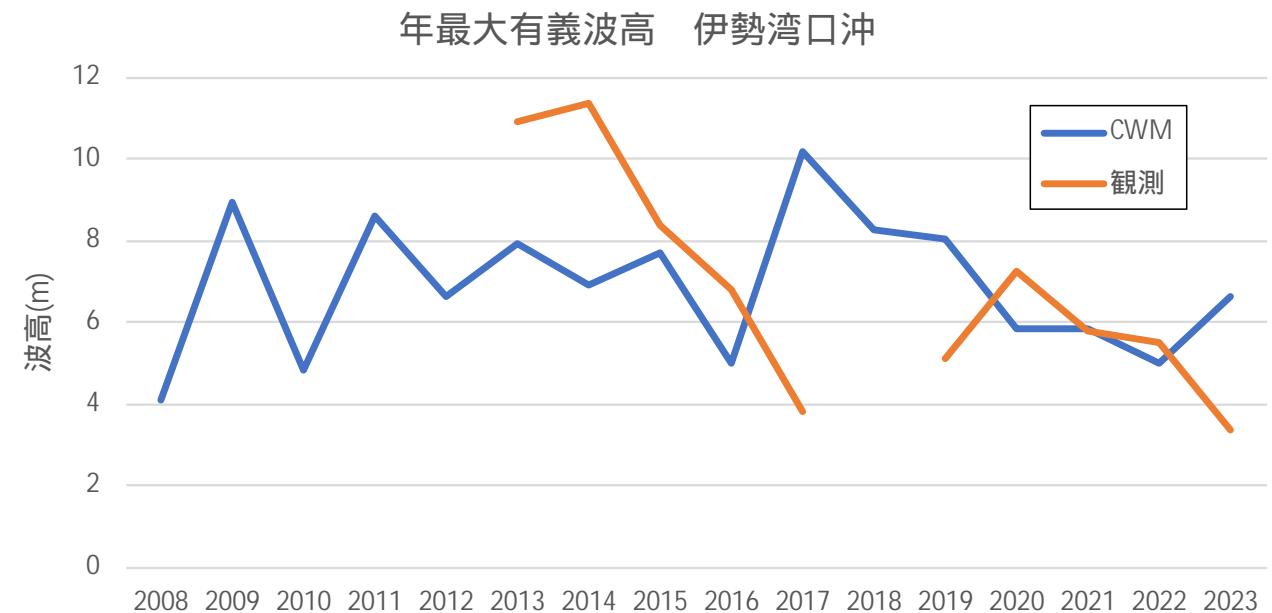
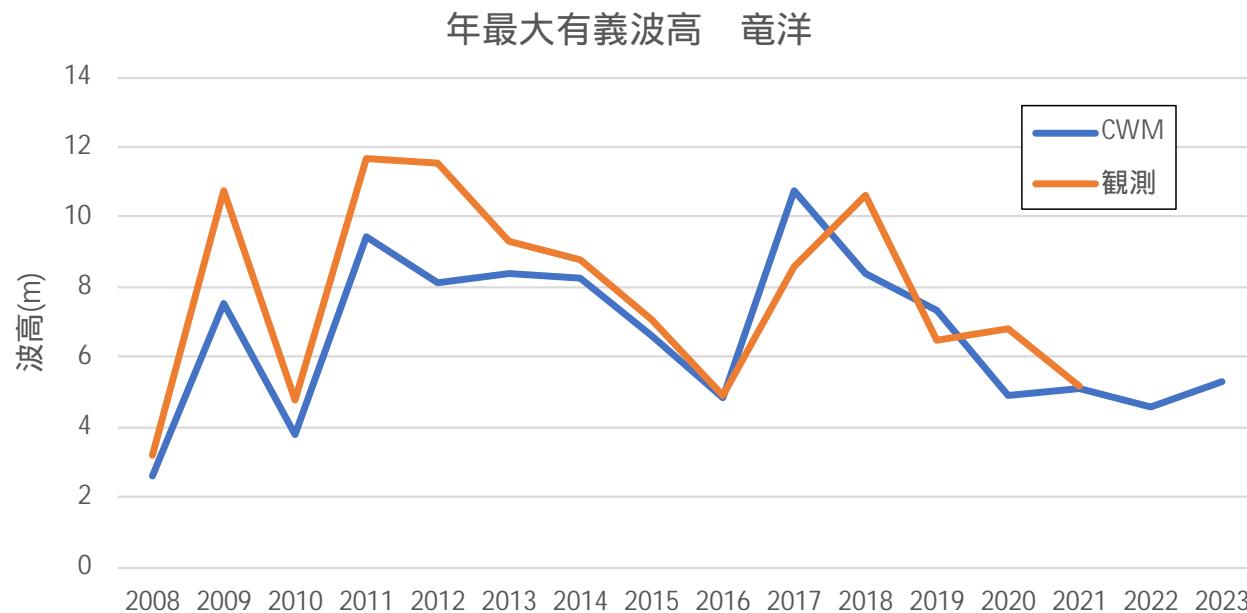
10海岸60測線における測量結果から求めた海浜断面係数の約90%がDeanの係数<sup>13)</sup>の0.5~1.5倍の範囲に入っていた(図-7)。仮に移動限界水深が不変で、海浜断面係数が0.5倍、1.5倍になった場合、式(3)より求まる移動限界水深までの水平距離 $W_*$ はそれぞれ約2.8倍、約0.54倍と逆算され、式(1)の右辺第1項の水位上昇に起因する汀線変化量も約2.8倍、約0.54倍となる。Bruun則で算定された汀線変化量にはこの程度の誤差が含まれることに注意せねばならない。

下新川海岸のように汀線付近の底質が砂であっても沖が礫で構成されている測線や、仙台湾南部海岸のようにかつて存在した沖合のバーが消失するなどの侵食過程にある測線では差が大きくなる傾向が見られた。

# 4 . Bruun則、修正Bruun則について

## ( 3 ) 沿岸波浪モデルGPV(CWM)

- Bruun則、修正Bruun則には、「沿岸波浪モデルGPV(CWM)、気象庁」による波浪を使用した。
- CWMは、船舶の航行や海上作業の安全に係る情報の充実を目的として、全球波浪数値予報モデル及び沿岸波浪数値予報モデルによって計算した有義波高等である。
- 竜洋観測所と伊勢湾口沖における観測値とCWMの年最大有義波高を比較した結果を示す。  
竜洋観測所ではほぼ一致している。  
伊勢湾口沖では伊勢湾口沖の欠測が多いため比較が困難となっている。

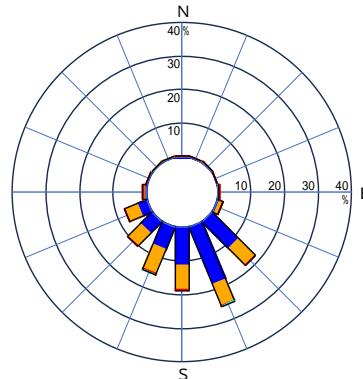


波浪観測値とCWMの年最大有義波高の比較

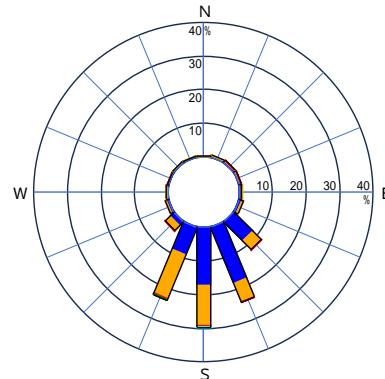
# 4. Bruun則、修正Bruun則について

## (3) 沿岸波浪モデルGPV(CWM)

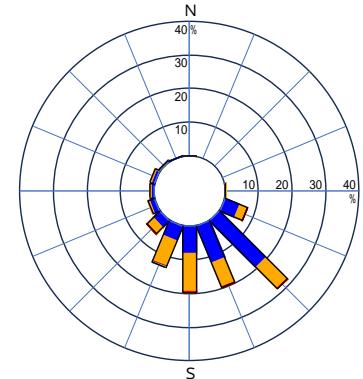
- 竜洋波浪観測所地点における波向観測結果とCWM(2008～2021)を比較した結果を示す。
- 冬季において乖離が見られるが概ね傾向は一致している。



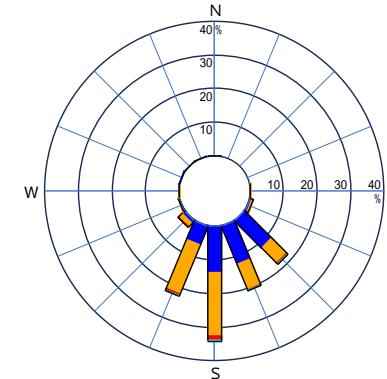
波向別波速階級別頻度分布図(春)



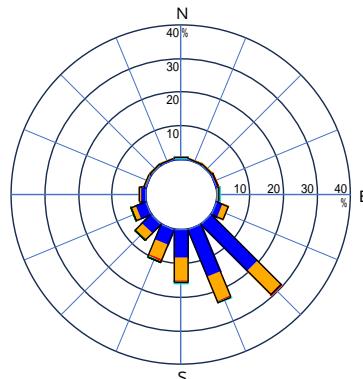
波向別波速階級別頻度分布図(夏)



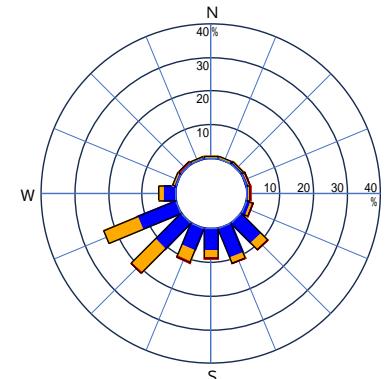
波向別波速階級別頻度分布図(春)



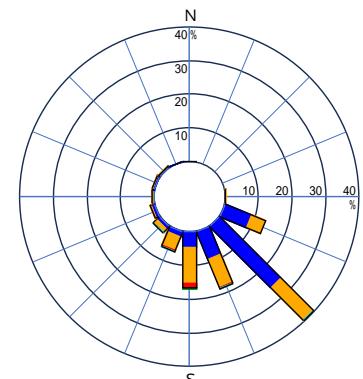
波向別波速階級別頻度分布図(夏)



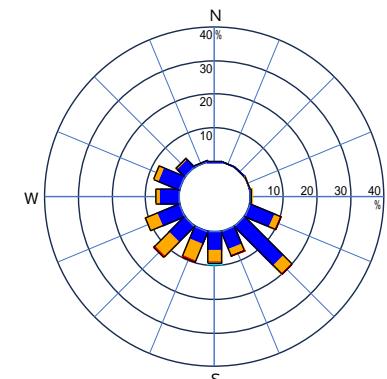
波向別波速階級別頻度分布図(秋)



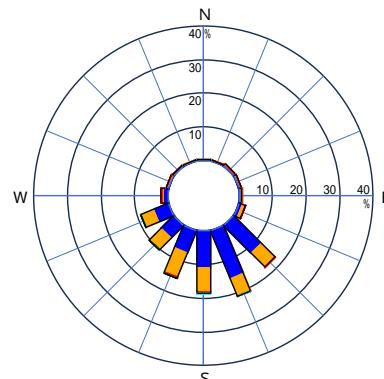
波向別波速階級別頻度分布図(冬)



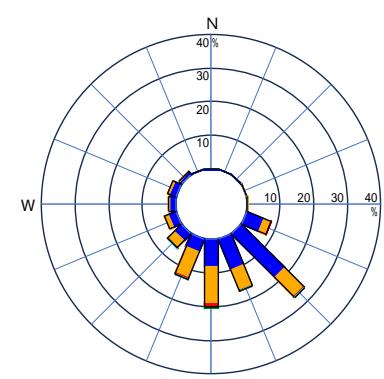
波向別波速階級別頻度分布図(秋)



波向別波速階級別頻度分布図(冬)



波向別波速階級別頻度分布図(全年)



波向別波速階級別頻度分布図(全年)

# 4 . Bruun則、修正Bruun則について

## (4) エネルギー平衡方程式 計算条件の設定

- エネルギー平衡方程式で用いる計算条件(周波数分割数、波向分割数)の根拠を示す。
- 周波数分割数は、5～15の平均となる10、波向に対する分割数は5～6度の間で整数となる35に設定した。

### i) 沖波条件の設定

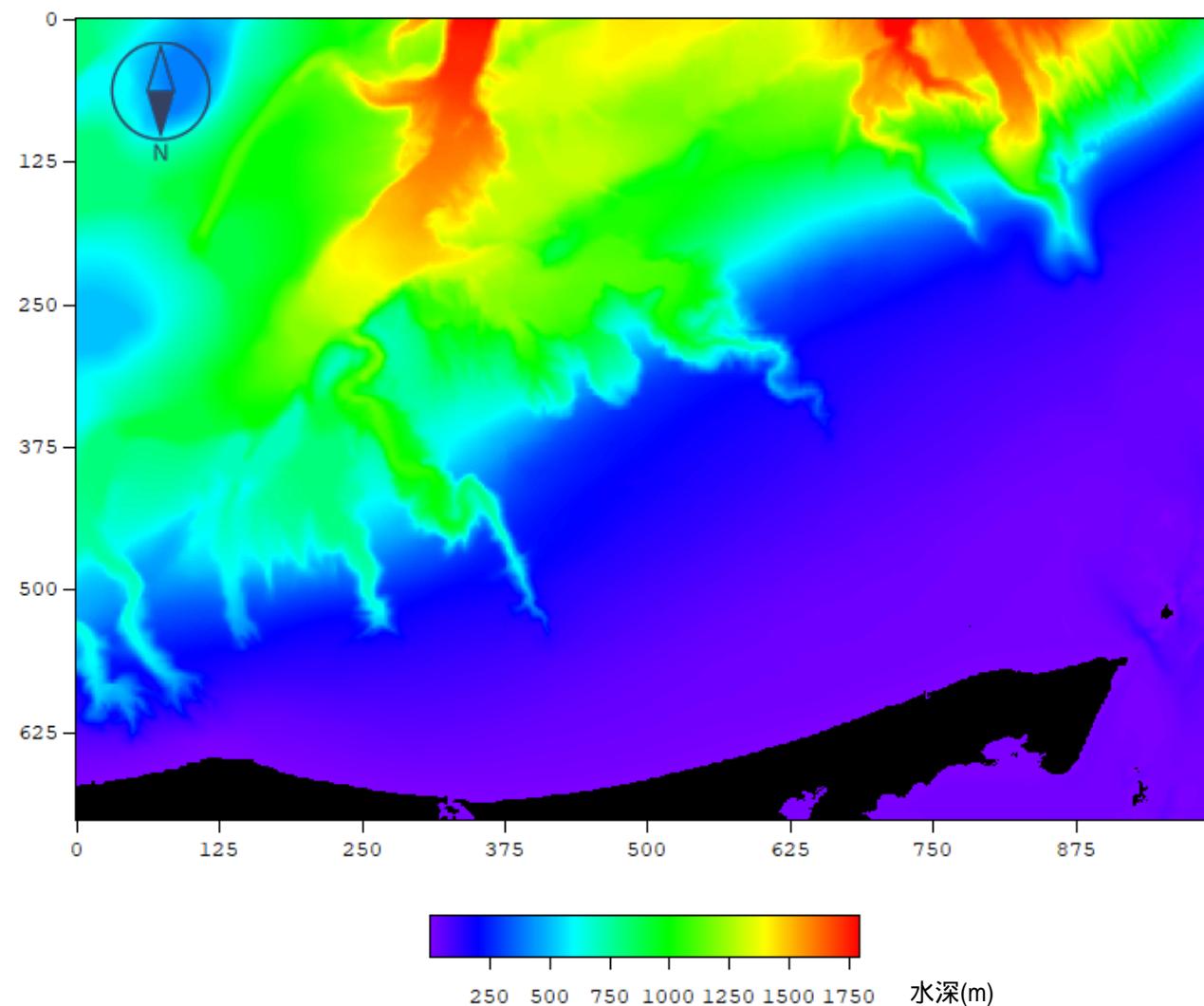
エネルギー平衡方程式による港外波浪変形計算モデル(港研ライブラリ L011, L048, または港研ライブラリパソコン版 P025)では、沖波は方向スペクトルによって与えられる。屈折や浅水変形による波高変化は、まず、周波数および波向に関して分割された、単位周波数および単位角ごとの波エネルギー量の空間的变化を求め、つぎに、それらを線形に重ね合わせるにより計算される。したがって、方向スペクトルの分割数が、沖波の方向スペクトルの近似度や港外波高分布の計算精度を左右すると考えられる。しかし実際には、計算に要する時間と計算精度の関係から最適な分割数がおおよそ決まっている。

周波数に関する分割数は、5～15 が妥当である。 分割数を10としたとき、もとの周波数スペクトルに対する近似度を図-2.12に示す。ピークスペクトル周辺の近似度は、この程度の分割数でも実用上十分である。

波向に関する分割数は、方向に関する波のエネルギー分布を表す  $S_{max}$  によって適切な分割数が異なるが、いずれも分割幅が 5～6° となるように設定されるのが妥当である。  $S_{max}=10$  のとき分割数を31とした場合の方向スペクトルの近似度を図-2.13に示す。なお、図-2.13(a)は、図-2.13(b)および(c)の方向スペクトルに式(2.10)を適用して得られる二次元方向スペクトルである。

表-2.7 方向スペクトルの周波数と波向の最適分割数

	$S_{max}$	波エネルギーの分布範囲	最適分割数
周波数	—	—	5～15
波向	10	主波向を挟んで-90° ～+90°	30～36
	25	主波向を挟んで-60° ～+60°	20～24
	75	主波向を挟んで-40° ～+40°	14～16



波浪変形計算に使用した地形条件

- $S_{max} = 10$  : 風波
- $S_{max} = 25$  : 減衰距離の短いうねり
- $S_{max} = 75$  : 減衰距離の長いうねり

出典: 非線形不規則波浪を用いた数値計算と模型実験の港湾設計への活用に関する研究、平山克也、京都大学、平成14年11月

# 4 . Bruun則、修正Bruun則について

## (5) エネルギー平均波の砕波水深

- 沿岸漂砂量算定式で使用する $H_b$ は、エネルギー平均波により算定した。
- 沿岸漂砂量算定式で使用する $H_b$ の算出位置は、砕波水深4mの直前となる5mとした。
- 砕波水深は、下図による算定した。

### (3) 侵食対策の計画立案に用いる波浪

海岸侵食は波浪の繰り返し作用により生じる。したがって計画波浪を対象とした計画を立案するのではなく、波浪の累積作用を考慮する必要がある。しかし、現在のところ波浪による岩石の侵食や漂砂の機構は完全には明らかにされてはおらず、侵食対策計画の対象とすべき波浪を一義的に定めることは難しい。そこで、計画立案に用いる波浪を次のようにして設定する。波浪が岩石に作用する力（波力）や漂砂の移動量（漂砂量）は入射波浪のもつエネルギーにほぼ比例する。したがって、計画対象海岸への入射波浪の統計資料（少なくとも数年程度）を用いてエネルギー平均波を求め、この波を外力として侵食対策施設の機能や海浜変形の予測を行うとよい。エネルギー平均波の波高  $H_m$  と周期  $T_m$  は次式より求められる。

$$H_m = \left\{ \frac{1}{NT_m} \sum_{i=1}^N (H_i^2 T_i) \right\}^{1/2}, \quad T_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

エネルギー平均波

### 波浪

$$H_o = 1.99\text{m}, \quad T_o = 8.62\text{s}$$

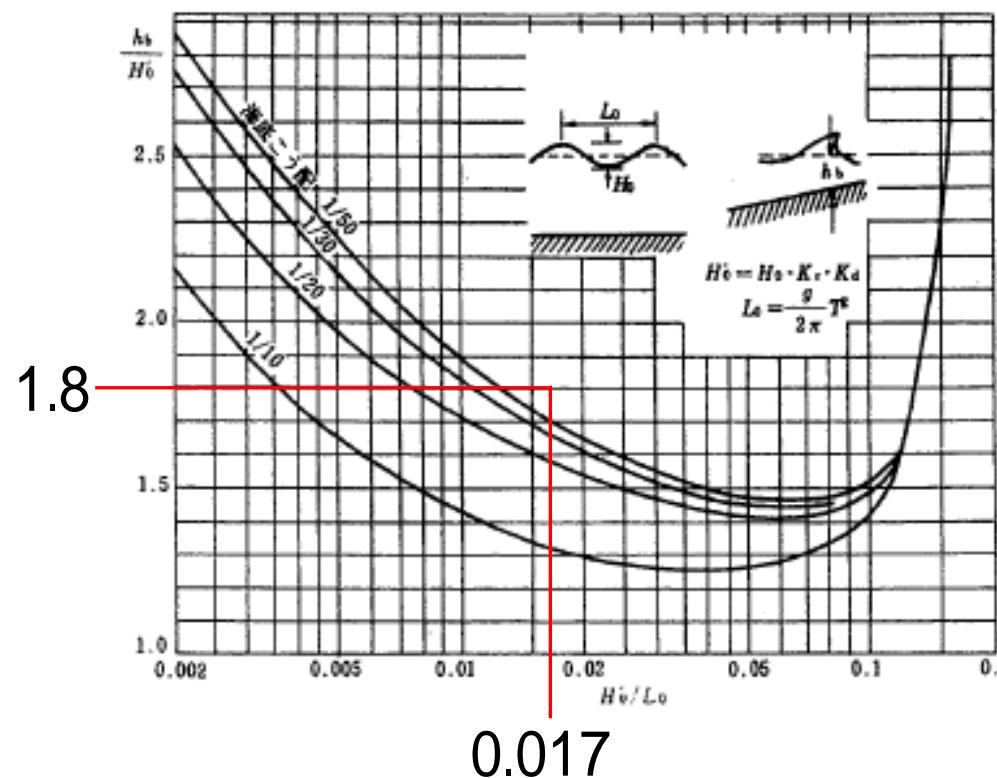
### 砕波水深 $h_b$ の算定

$$L_o = 1.56 T_o^2 = 1.56 \times 8.62^2 = 115.9\text{m}$$

$$H_o / L_o = 1.99 / 115.9 = 0.017$$

$$h_b / H_o = 1.8 \quad (\text{海底勾配約 } 1/80)$$

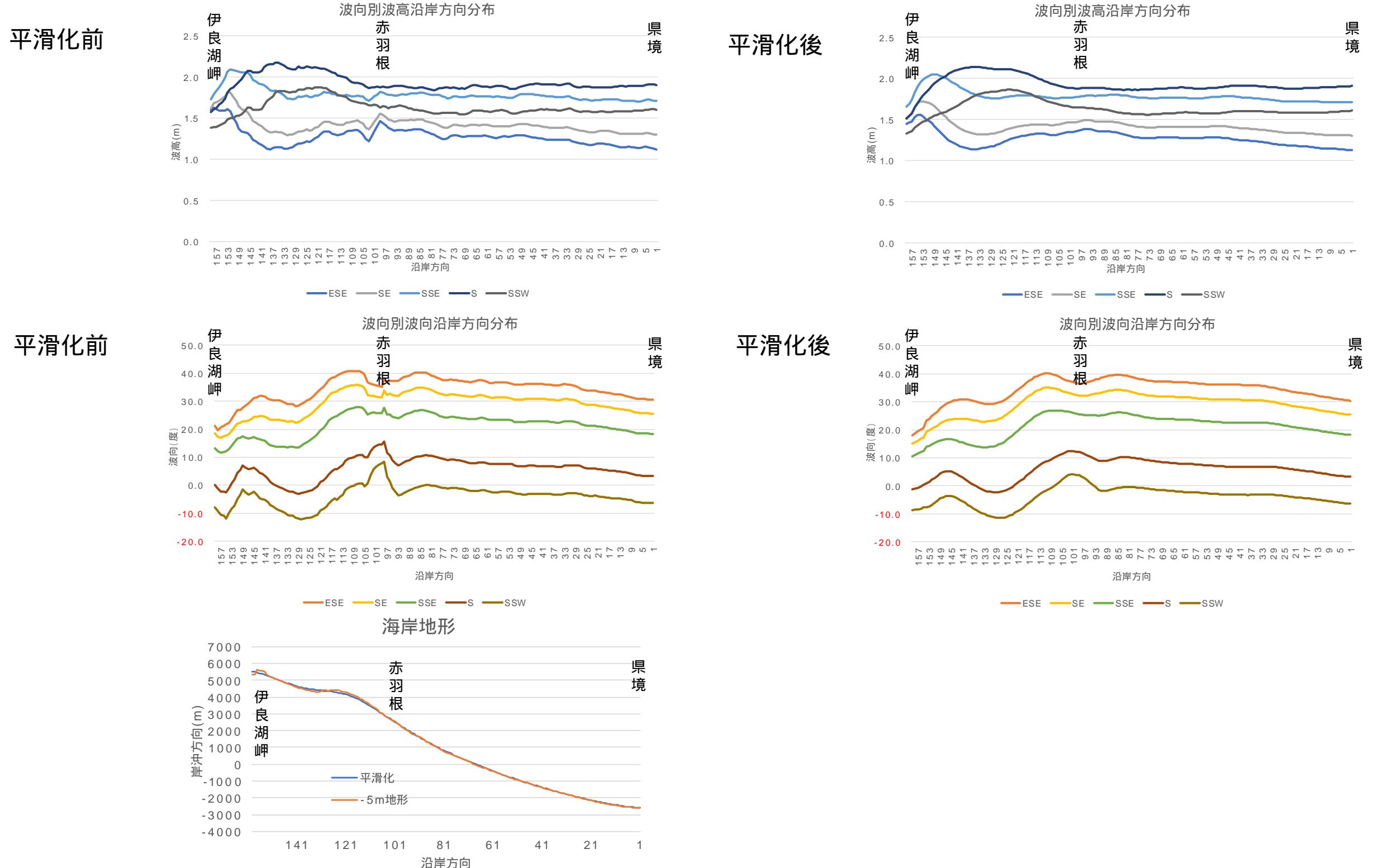
$$h_b = 1.8 \times 1.99 = 3.6\text{m} \quad 4\text{m}$$



# 4. Bruun則、修正Bruun則について

## (6) 波高、波向、地形の平滑化

○算出された波高・波向、水深-5mの沿岸分布地形は、以下に示すように移動平均により平滑化した。



## 参考資料5

静岡県が検討している県境の沿岸漂砂量について

# 5. 静岡県が検討している県境の沿岸漂砂量

○静岡県が検討している地形変化予測シミュレーションによる県境の沿岸漂砂量の条件を示す。

## 遠州灘沿岸の地形変化予測シミュレーション条件（2）

55

予測計算条件（1）

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 回折計算：方向分散法
計算対象区域	天竜川東側海岸：天竜川河口～御前崎：海岸延長40km 天竜川西側海岸：天竜川河口～西40km地点：海岸線延長40km

## 遠州灘沿岸の地形変化予測シミュレーション条件（3）

56

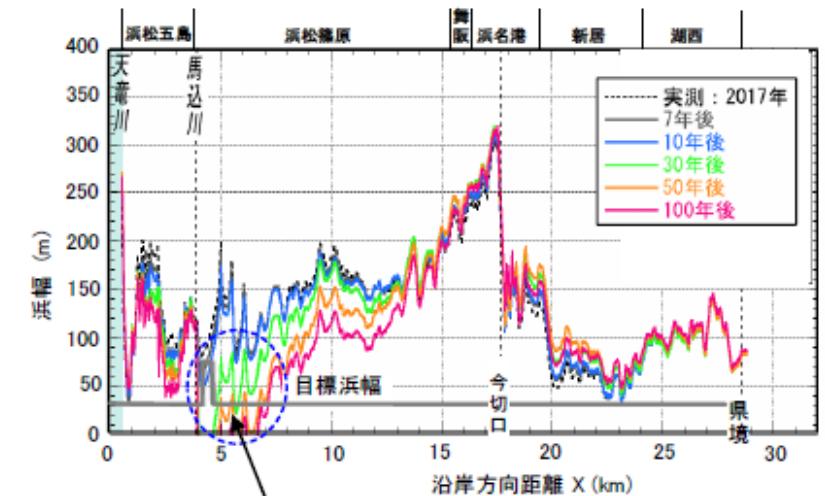
予測計算条件（2）

境界条件	岸沖端： $q_y=0 \text{ m}^3/\text{yr}$ 天竜川東側海岸：[右端]河川供給土砂量を与える、[左端]実態解析により $2 \text{ 万m}^3/\text{年}$ 天竜川西側海岸：[左端]河川供給土砂量を与える、[右端]実態解析により $10 \text{ 万m}^3/\text{年}$
養浜（湧出）	天竜川東側海岸： 福田漁港東側 $8 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 、底質 $\mu_1=0, \mu_2=1.0, \mu_3=0$ 竜洋海岸5号離岸堤東側 $4 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 、底質 $\mu_1=0.12, \mu_2=0.32, \mu_3=0.56$ （浜松篠原海岸での実績） 御前崎尾高東 $0.4 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 、底質 $\mu_1=0.5, \mu_2=0.5, \mu_3=0$ （御前崎マリパークの堆砂） 天竜川西側海岸： 浜松篠原海岸 $6.5 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 、底質 $\mu_1=0.15, \mu_2=0.28, \mu_3=0.57$ （養浜実績平均）
養浜材採取、浚渫（吸込み）	天竜川東側海岸： 福田漁港サンドバイパス $8 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 、底質 $\mu_1=0, \mu_2=1.0, \mu_3=0$ 天竜川西側海岸： 考慮していない
地盤沈下（吸込み）	沿岸方向分布（河口 $0 \text{ mm}/\text{年}$ ～御前崎 $8 \text{ mm}/\text{年}$ ）を考慮し、 $13.4 \text{ 万m}^3/\text{年}$
飛砂（吸込み）	飛砂の沿岸方向分布を考慮し、 $5.7 \text{ 万m}^3/\text{年}$
波高伝達率（ $K_t$ ）	構造物の遮蔽効果（方向分散法） 天竜川東側海岸： 福田漁港西防波堤、東防波堤 $K_t=0.0$ 福田漁港防砂突堤、竜洋海岸離岸堤（1～5号） $K_t=0.4$ 竜洋海岸離岸堤（6号） $K_t=0.4$ 天竜川西側海岸： 五島海岸離岸堤 $K_t=0.1\sim0.4$ 五島海岸消波堤 $K_t=0.4$ 馬込川導流堤、今切口導流堤 $K_t=0.0$ 今切口離岸堤 $K_t=0.4$
護岸等（後退限界）	天竜川東側海岸：御前崎海岸、浜岡原発前面、箆川下手、竜洋海岸農林護岸 天竜川西側海岸：なし（護岸区間で後退限界に達する範囲がないため）

※養浜なしのケースは  
竜洋海岸5号離岸堤東側、御前崎尾高東、浜松篠原海岸：養浜なし、福田漁港サンドバイパス： $8 \text{ 万m}^3/\text{yr}$ 実施

### 西側海岸（供給土砂量： $12.0 \text{ 万m}^3/\text{年}$ ）

・浜松篠原海岸では、7年後以降目標浜幅を下回り、その後100年後まで目標浜幅を確保できない。



目標浜幅を確保できない

第23回遠州灘沿岸侵食対策検討委員会（令和2年7月31日）別紙資料集抜粋

# 5. 静岡県が検討している県境の沿岸漂砂量

## 遠州灘沿岸の地形変化予測シミュレーション条件（2）

予測計算条件（1）

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 回折計算：方向分散法
計算対象区域	天竜川東側海岸：天竜川河口～御前崎：海岸延長40km 天竜川西側海岸：天竜川河口～西40km地点：海岸線延長40km
計算ケース	100年後までの地形変化 河川対策あり $q_{in} = 35.2 \text{万m}^3/\text{yr}$ , $d_1=27.5$ , $d_2=7.7$ , $d_3=0$ 自然状態 $q_{in} = 60 \text{万m}^3/\text{yr}$ , $d_1=33$ , $d_2=26$ , $d_3=1$
初期地形	直線平行等深線（東側：1946年、西側：1965年）
入射波条件	エネルギー平均波：波高 $H=1.32\text{m}$ , 周期 $T=6.4\text{s}$ , 波向 $\theta_w=N187^\circ\text{E}$ （竜洋観測所：1998年4月～2016年12月） 自然状態の河口付近等深線の法線方向角 $N202^\circ\text{E}$ （入射角 $\theta=-15^\circ$ , 水深9mでの碎波角 $\alpha_b=12^\circ$ ）, $S_{max}=10$ 実態解析で求められた推定漂砂量分布を参考にして、波向の沿岸分布を設定。
潮位条件	M.S.L.=T.P. $\pm$ 0.0m
計算等深線	<u><math>h_c=-9\text{m}</math>～バーム高 <math>h_R=+3\text{m}</math>（移動高13m）</u>
計算空間メッシュ	沿岸方向 $\Delta X=50\text{m}$ , 鉛直方向 $\Delta Z=1\text{m}$
計算時間間隔 $\Delta t$	$\Delta t=10\text{hr}$
計算ステップ数	876ステップ/yr
粒径	粒径数（3成分）と平衡勾配 $d_1=0.25\text{mm}$ ( $\tan\beta=1/90$ ), $d_2=0.425\text{mm}$ ( $\tan\beta=1/40$ ), $d_3=2.0\text{mm}$ ( $\tan\beta=1/20$ ) 交換層幅（岸沖方向）100m, 鉛直方向換算の交換層厚 $\tan\beta=1/90:1.11\text{m}$ , $\tan\beta=1/40:2.5\text{m}$ , $\tan\beta=1/20:5\text{m}$ 交換層（A）自然状態： $z=+3\sim-3\text{m}$ ( $d_1=100\%$ )、 $z=-4\sim-9\text{m}$ ( $d_2=100\%$ ) 交換層（B）1ステップ前の交換層A
漂砂量係数	天竜川東側海岸：沿岸漂砂量係数 $K_x=0.0522$ ：試行計算により同定 天竜川西側海岸：沿岸漂砂量係数 $K_x=0.104$ ：試行計算により同定 小笹・Brampton係数： $K_2=1.62K_x$ ( $\tan\beta=1/30$ ) 岸沖漂砂量係数： $K_y=0.2K_x$ , 安息勾配：陸上1/2, 水中1/3
漂砂の水深方向分布	天竜川東側海岸：一様分布 天竜川西側海岸：宇多・河野の分布

漂砂量が推定できる。一般に、漂砂の移動高は、汀線変化量と海浜断面積変化量の相関より定められるが、高松崎周辺では深浅測量データが入手できなかったため、海浜形状から概略の値を推定した。このためまず2018年6月24日に高松崎とその西側の太平洋ロングビーチの海浜状況を調べた結果、この海岸のバーム高  $h_R$  は T.P.+2.1 m にあった。一方、波による地形変化の限界水深  $h_c$  と  $h_R$  の間には  $h_R = 0.31h_c$  の関係<sup>9)</sup> が成立するので  $h_R$  を T.P.+2m とすると、 $h_c$  は T.P.-6 m と推定され、さらに漂砂の移動高  $h$  は  $h_R$  と  $h_c$  の和で近似されるので、 $h$  は 8 m となった。これより西向き沿岸漂砂量は約 10 万  $\text{m}^3/\text{yr}$  と推定された。

出典：宇多ら、遠州灘海岸西部の地形変化と沿岸漂砂量分布の推定、土木学会論文集 B2(海岸工学) vol.75, No.2 L\_649-L\_654, 2019

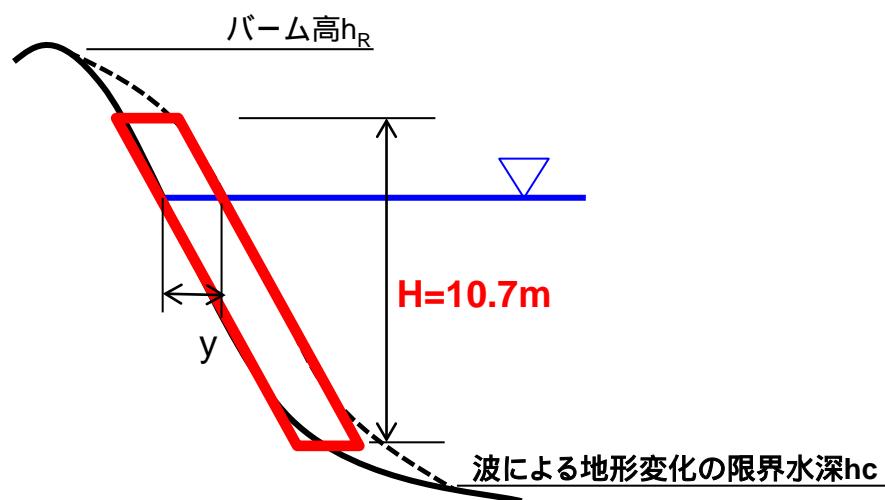
参考資料6  
沿岸漂砂の移動高について

# 6. 沿岸漂砂の移動高について

○深浅測量範囲を設定する際の「移動限界水深」の目安となる表浜検討会で用いられてきた「沿岸漂砂の移動高」を示す。

## (2) 沿岸漂砂の移動高の推定

沿岸漂砂の移動高H: 10.7m



土砂収支量を算定するためには(1)で算出した汀線変化速度と漂砂の移動高、海岸延長が必要となる。ここでは漂砂の移動高を算出する。漂砂の移動高は、田原豊橋海岸における平成10年～16年に実施した測線深浅測量結果(E-18～E-26、全9測線)を用いて、各測線における年度ごとの汀線変化量と断面変化土量を算出し、それら二つの変化量の回帰直線分析より得られた1次式より推定した。図2.7に回帰直線分析の結果を示す。

なお、図2.5に示すように、断面土量は消波堤前面から測線距離1,000m、T.P.-20.0mの範囲における土砂量として計算した。

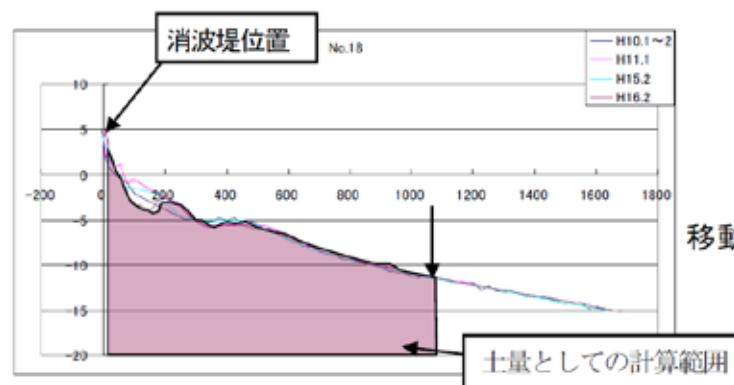


図2.6 断面土量算定概念図

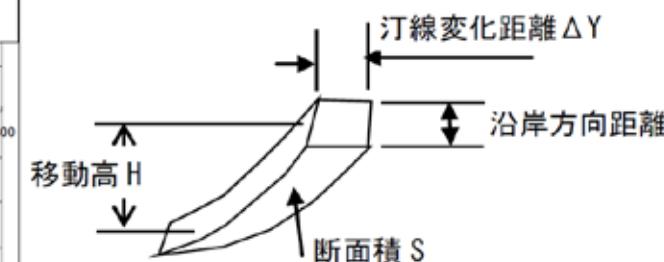


図2.6 移動高の概念

断面積Sは、 $S = \Delta Y$  (汀線変化量)  $\times$  H (移動高) で表すものとする、回帰直線分析によって得られた1次式は次式のように示すことができる。

$$S = 10.677 \times \Delta Y - 12.712 \quad (R^2 \text{ 値 (相関係数の2乗)} = 0.731)$$

ここで、前述の考え方より、直線の傾きに相当する汀線変化量 $\Delta Y$ の係数10.677が移動高を示す。すなわち、汀線変化が1m前進すれば、測定断面の断面積は約10.7 $m^2$ 増加することを意味する。

以上から、田原豊橋海岸における漂砂の移動高Hは10.7m程度であると推定される。

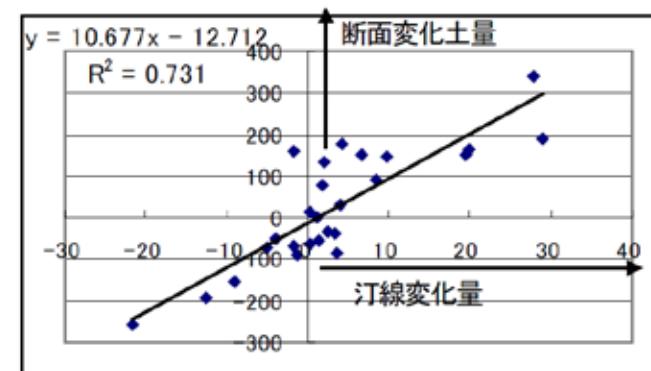


図2.7 汀線変化量と断面変化土量の回帰直線分析結果