

## 5. 地形・地質

### 5.1 調査結果の概要

現地調査結果を以下に示します。

#### 5.1.1 既存資料調査結果

既存資料調査については、「第3章 対象事業実施区域及びその周囲の概況」の「1.3.3 地形及び地質の状況」および「1.3.4 重要な地形・地質」に示します。

#### 5.1.2 現地調査結果

##### (1) 調査項目

対象区域には、「日本の地形レッドデータブック」に記載された重要な・及び地質は存在しませんが、海域において干潟が分布しているため、現地踏査及び UAV 空中写真撮影（以下、UAV 空撮という。）による地形・地質の把握を行いました。

##### (2) 調査地域

調査地域は、対象事業実施区域及び築城基地周辺の干潟の範囲としました。

調査地域を図 8-5.1 に示します。

##### (3) 調査期間等

UAV 空撮の現地調査は、表 8-5.1 に示すとおり令和3年の秋季及び令和4年の夏季に実施しました。また、現地踏査は、干潟生物調査の際に実施しました。

表 8-5.1 調査期間

調査項目		実施日程
地形・地質	現地踏査	秋季：令和2年10月27日(火)～31日(土) 冬季：令和3年2月1日(月)～3日(水)、5日(金)、9日(火) 春季：令和3年4月22日(木)、25日(日)、27日(火)～30日(金) 夏季：令和3年7月24日(土)～27日(火)、8月7日(土)
	UAV 空撮	令和3年9月19日(日)、令和4年8月11日(木)

#### (4) 調査手法

調査の基本的な手法は、現地踏査及び UAV 空撮による情報の収集及び当該情報の整理・解析によりました。現地調査の手法を表 8-5.2 に示します。

各地点で撮影した写真から、底質を砂・転石・潮溜まり等に分類し、底質分布図を作成しました。

表 8-5.2 調査方法

調査項目		現地調査手法
地形・地質	現地踏査	現地を踏査し、写真撮影等で現況を記録。
	UAV 空撮	調査精度を確保するため、撮影範囲内にターゲットを設置し、UAV により築城基地周辺の潮間帯を上空から撮影。

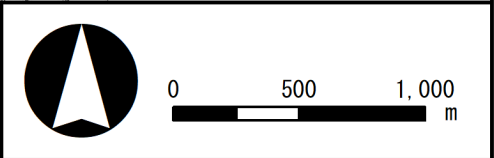
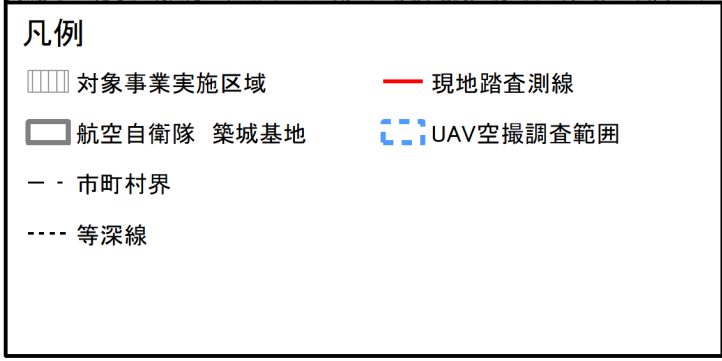
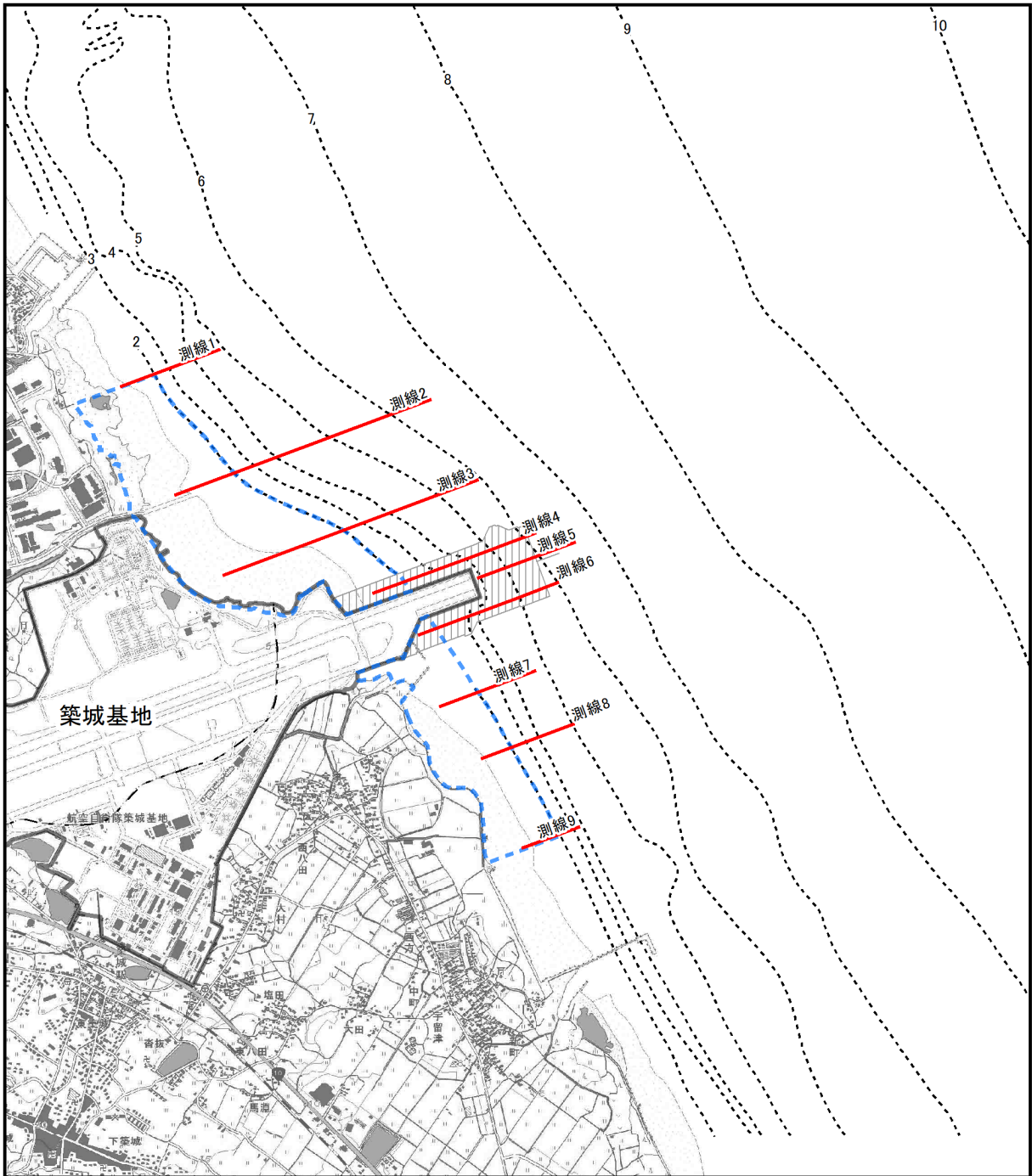


図 8-5.1 地形・地質調査範囲

(5) 調査結果

① 現地踏査

現地踏査の結果を図 8-5.2 に示します。

現地踏査の結果、対象事業実施区域内における築上町側は砂、行橋市側は礫が多く見られました。また、低潮域では砂及び砂泥が多い傾向でした。

	築上町側	行橋市側
対象事業実施区域		
	測線 6 高潮域	測線 4 高潮域
対象事業実施区域周辺		
	測線 7 低潮域	測線 3 低潮域
		
	測線 9 高潮域	測線 1 高潮域

図 8-5.2 現地踏査結果







② UAV 空撮

UAV 空撮調査の結果を図 8-5.3 に示します。

対象事業実施区域である既存滑走路の隣接部には、わずかに干潟（砂・砂泥）が分布している状況でした。



凡例

- |  |  |
|--|--|
|  対象事業実施区域   |  砂、砂泥 |
|  航空自衛隊 築城基地 |  礫    |
|  市町村界       |  転石   |



0 500 1,000 m

図 8-5.3 UAV 空撮調査結果

## 5.2 予測及び評価の結果

### 5.2.1 飛行場（埋立地）の存在による影響

#### (1) 予測の内容

##### ① 予測項目

対象事業実施区域及びその周辺の地形及び地質の変化の程度として、干潟の直接改変の程度、海底地形の変化について予測を行いました。

##### ② 予測地域・地点

予測地域は、現地調査を実施する範囲と同様としました。

##### ③ 予測対象時期

予測対象時期は、供用後の海域の状況が安定した時期としました。

##### ④ 予測手法

###### a. 直接改変の程度

直接改変の程度の予測は、事業計画による改変域と現況地形の重ね合わせにより、改変量等の把握を行いました。

###### b. 海底地形の変化

海底地形の変化の予測は、図 8-5.4 に示すフローに従って行いました。

計算は波浪伝播状況を評価するための波の計算、波浪変形(屈折、回折、砕波)等によって波高分布が偏ることによる海浜流場の計算、そして、流れに伴う土砂移動の計算に大別されます。本検討では、解析に必要なとなるデータを作成の上、海域土砂の動態について計算上の評価を行いました。

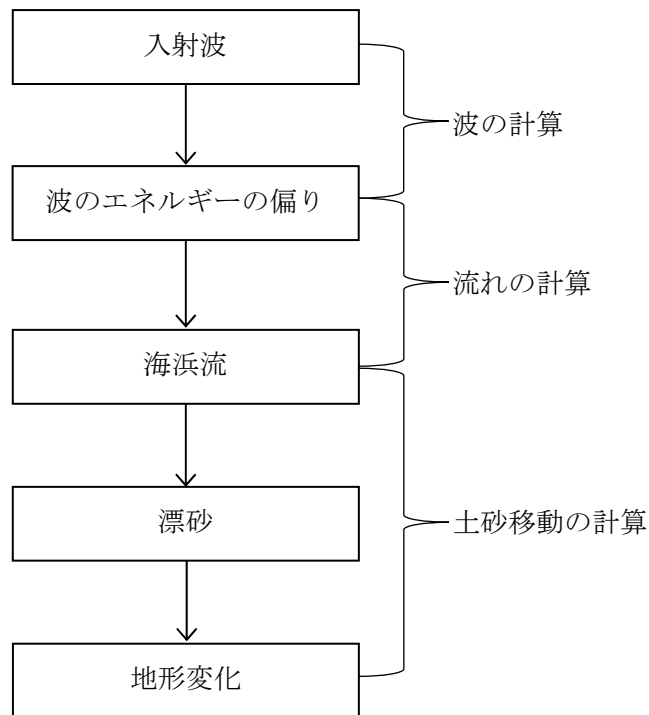


図 8-5.4 地形変化計算の手順

(a) 数値計算モデルの概要

波浪場の算出には、以下のエネルギー平衡方程式を用いました。

$$\frac{\partial}{\partial x} \{E(c_{gx} + U)\} + \frac{\partial}{\partial y} \{E(c_{gy} + V)\} + S_{xx} \frac{\partial U}{\partial x} + S_{xy} \frac{\partial U}{\partial x} + S_{yx} \frac{\partial V}{\partial y} + S_{yy} \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

ここで、

$U, V$  : 流速の  $x, y$  方向成分 (m/s)

$C_{gx}, C_{gy}$  : 群速度の  $x, y$  方向成分 (m/s)

$S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$  : 各方向成分のラディエーションストレス

$E$  : 単位面積当たりの波動エネルギー密度 ( $E = \rho g H^2 / 8$ ,  $\rho$ : 海水の密度)

出典：「波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究」  
(1999年 土木学会論文集、第628号、II-48、pp177-187) 間瀬肇

海浜流計算に用いた海浜流に関する連続式は以下のとおりです。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial U(h+\bar{\eta})}{\partial x} + \frac{\partial V(h+\bar{\eta})}{\partial y} = 0$$

また、運動方程式は  $x, y$  方向に対して以下となります。

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + F_x - M_x + R_x + g \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + F_y - M_y + R_y + g \frac{\partial \eta}{\partial y} = 0$$

ここで、

$h$  : 静水深 (m)

$U, V$  : 流速の  $x, y$  方向成分 (m/s)

$\eta$  : 水位の上昇量 (wave setup, m)

$t$  : 時間 (t)

$F$  : 底面摩擦項

$M$  : 水平拡散項

$R$  : ラディエーション応力項 (それぞれの添え字が各方向成分)

地形変化計算に用いた底質量の保存則は次式のとおりです。

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = - \frac{\partial h}{\partial t} = - \frac{\partial q_x}{\partial x} - \frac{\partial q_y}{\partial y}$$

ここで、

$z_b$  : 任意の高さを基準にした局所底面高 (m)

$q_x, q_y$  : 漂砂量フラックスの  $x, y$  方向成分

$h$  : 地盤高 (m)

なお、漂砂量フラックスは、水底から水面までを積分した単位時間単位幅あたりの漂砂量を意味し、海浜流の寄与分と波の作用に直接起因する漂砂とに分離して扱うものとします。

$$(q_x, q_y) = (q_{cx}, q_{cy}) + (q_{wx}, q_{wy})$$

ここで、

$(q_{cx}, q_{cy})$  : 流れによる漂砂量フラックス

$(q_{wx}, q_{wy})$  : 波の巻き上げによる漂砂量フラックス



## (b) 計算データの作成

### a) 計算格子の設定

波浪・地形変化解析を実施するための計算データの作成、および条件の設定は以下のとおり行いました。

数値計算は任意の領域を計算格子（メッシュ）で分割し、その格子間で差分化した基礎方程式を解くことで実施しました。

本計算では、沖合からの入射条件を把握するための広域の計算（波浪変形計算のみ）と地形変化等の詳細を把握するための小領域での計算（波浪変形-海浜流-地形変化）の2領域を対象に実施しました。計算領域図を図8-5.5に示します。

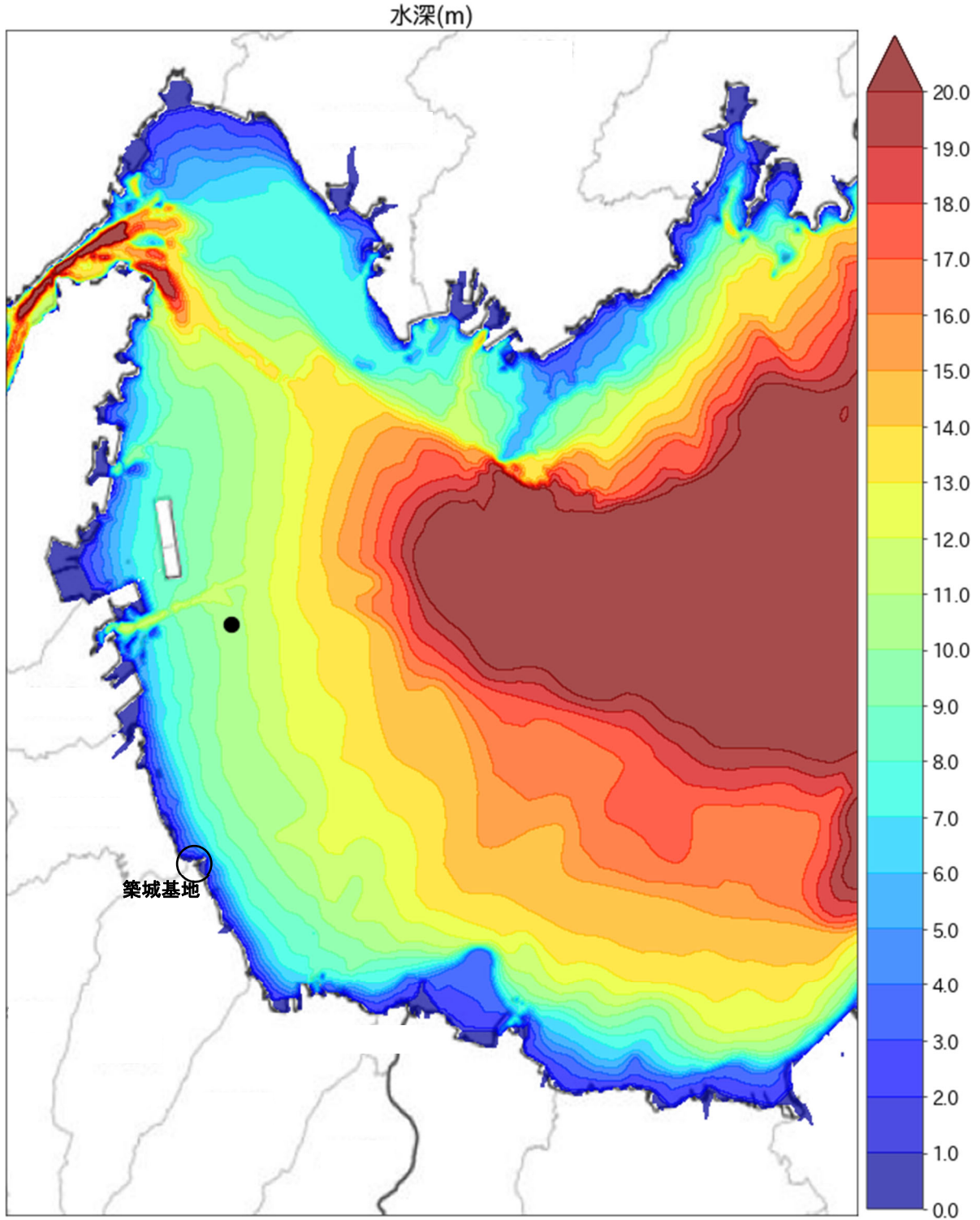


図 8-5.5 計算領域図

なお、広域計算は苅田波浪観測から築城基地までの波の変形過程を把握するための前段の計算であり、小領域における地形変化および土砂動態の計算が本検討の主な計算です。それぞれ広域は 100m 格子、小領域は 15m 格子にて計算格子を設定しました。

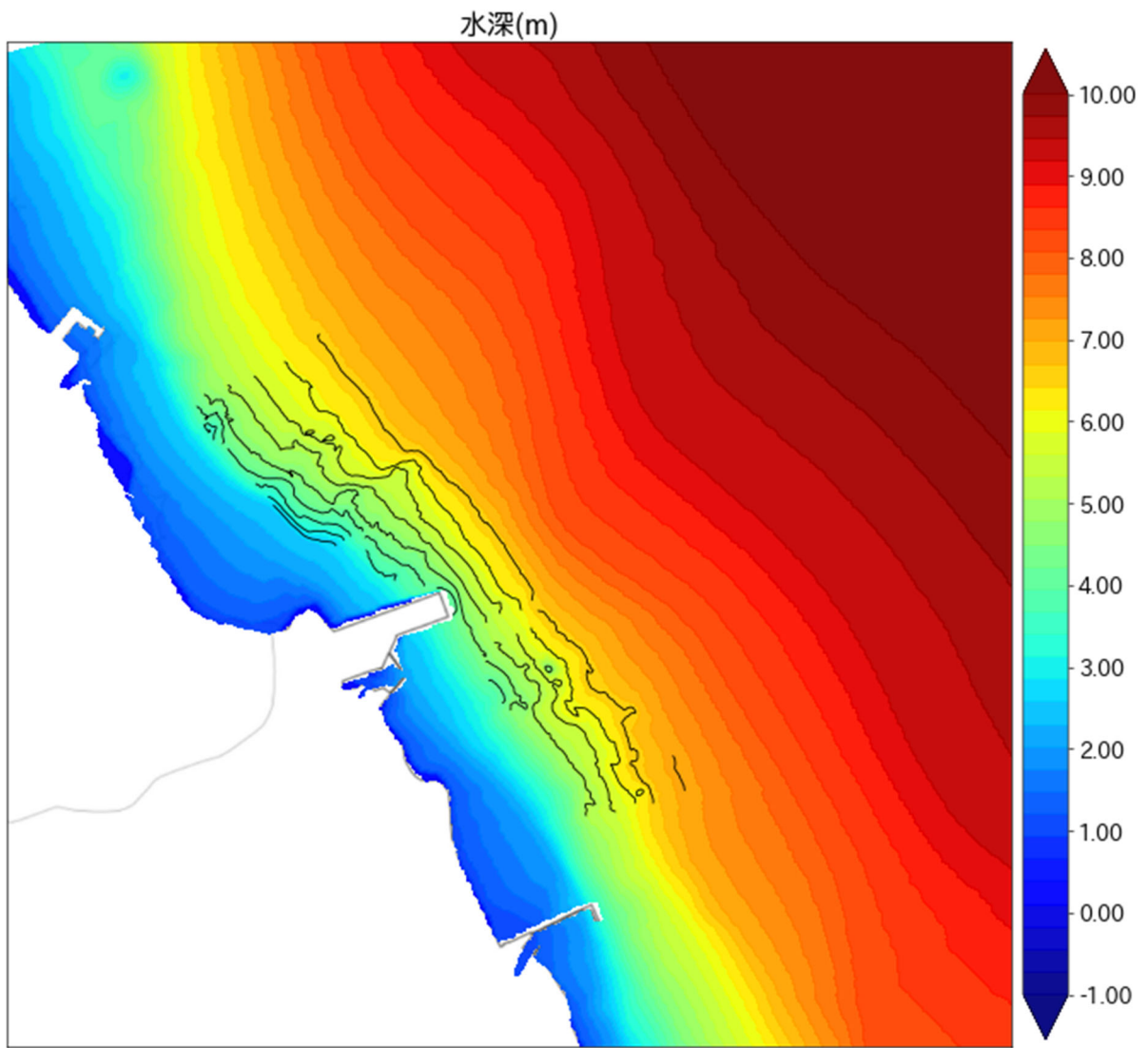
b) 地形データの設定

大領域の水深分布図を図 8-5.6 に、現況及び滑走路延伸後の地形モデル概要図を図 8-5.7 に示します。



出典 : 海底地形デジタルデータ (M7018Ver. 2. 0.2 瀬戸内海西部、2016 年9 月)  
(一財) 日本水路協会をもとに作成。

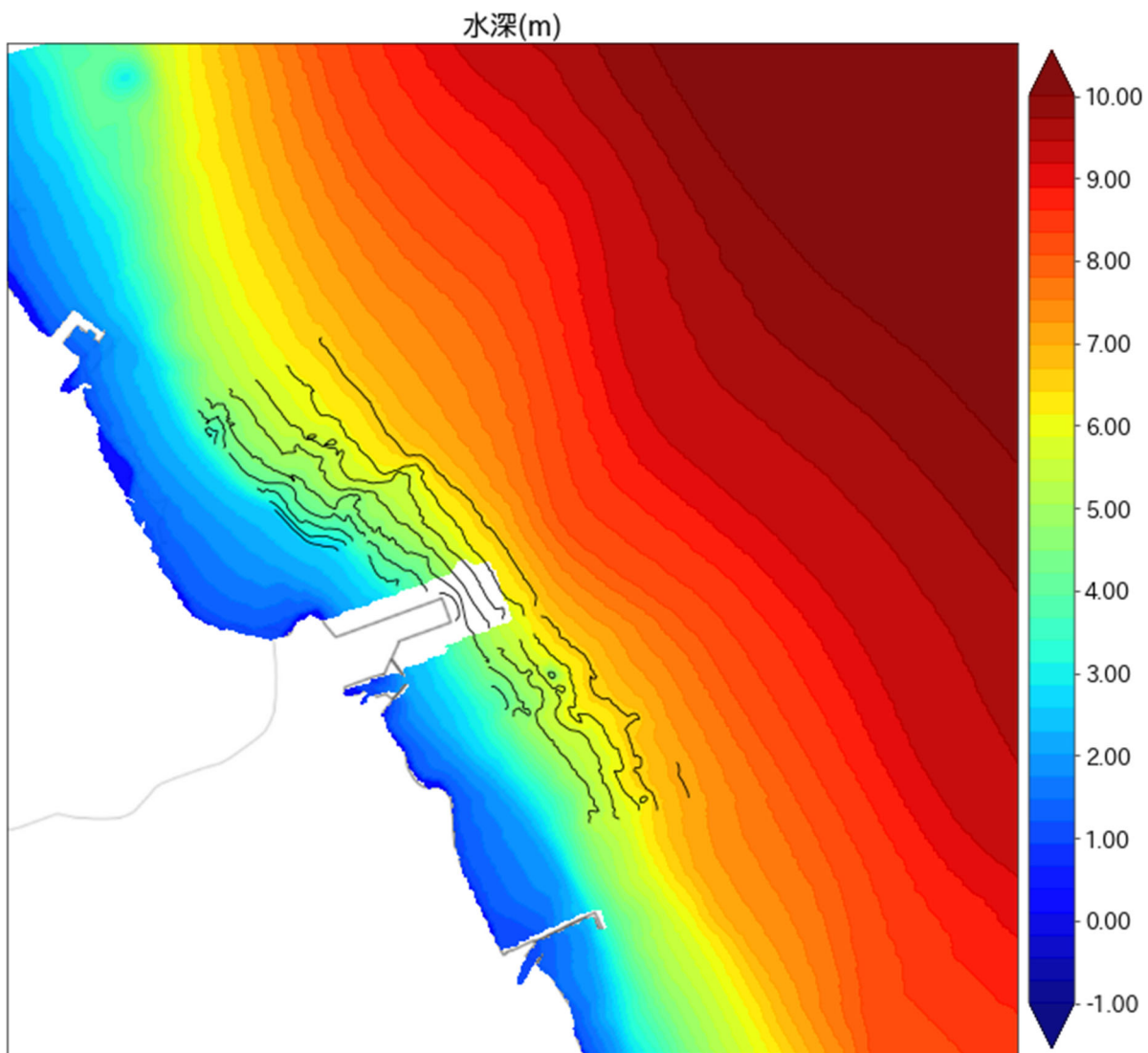
図 8-5.6 大領域の水深分布



地形解像度：15m×15m

出典：事業者による深浅測量結果及び海底地形デジタルデータ（M7018Ver. 2.0.2 瀬戸内海西部、2016年9月）（一財）日本水路協会をもとに作成。

図 8-5.7(1) 地形モデル概要図（現況）



地形解像度：15m×15m

出典：事業者による深浅測量結果及び海底地形デジタルデータ（M7018Ver. 2.0.2 瀬戸内海西部、2016年9月）（一財）日本水路協会をもとに作成。

図 8-5.7(2) 地形モデル概要図（供用後地形）

c) 底質材料

調査結果より、当該海岸では沖側と汀線近傍で卓越粒径が異なる傾向にあったため、計算上は主たる以下の3粒径を対象に検討しました。

表 8-5.3 底質材料とその粒径

区分	粒径
シルト	0.04mm (0.005~0.075mmの中央値)
砂	1.00mm (0.075mm~2mmの中央値)
礫	38.0mm (2mm~75mmの中央値)

d) 潮位条件

荻田観測所の観測結果より、当該地点の直近8年間の平均潮位はT.P.+0.19mです。

e) 入射波浪規模の設定

波浪観測結果より、当該海岸に到達する波のエネルギーを平均化したものを外力条件(規則波)とし、評価期間中作用させることで地形変化を定量的に評価しました。なお、高波浪時の局所的な影響も無視できないことから、年数回来襲する規模の波も考慮しました。

f) 解析期間

波浪変形計算の解析期間は以下のとおりです。

表 8-5.4 検討ケースと解析期間

	波浪データ	地形変化計算時間
エネルギー平均波	波高：0.40m 周期：3.0s 波向：E	1年間
年数回来襲波	波高：2.20m 周期：5.5s 波向：E	1年間 (1時化を対象)
既往最大波	波高：3.76m 周期：6.9s 波向：E	1年間 (1時化を対象)

注：波浪の検討ケースに用いた波浪は、以下のとおりです。

エネルギー平均波：20年間の平均的な波浪

年数回来襲波：年間で概ね最大となる波浪

既往最大波：20年間の最大となる波浪

### (c) 検討ケースの設定

検討ケースは地形条件として現況と将来予測を基本に、前段で設定した波浪規模 3 ケースを基に設定しました。検討ケースは以下のとおりです。

なお、広域の波浪変形計算結果より、小領域の境界における到達波浪は、表 8-5.5 に示すとおりです。

表 8-5.5 検討ケース一覧

ケース	滑走路	波浪規模	小領域波浪条件
Case1	現況	エネルギー平均波	波高：0.38m、波向：ENE（76°）
Case2	供用後		
Case3	現況	年数回来襲波	波高：2.20m、波向：ENE（75°）
Case4	供用後		
Case5	現況	既往最大波	波高：4.20m、波向：ENE（74°）
Case6	供用後		

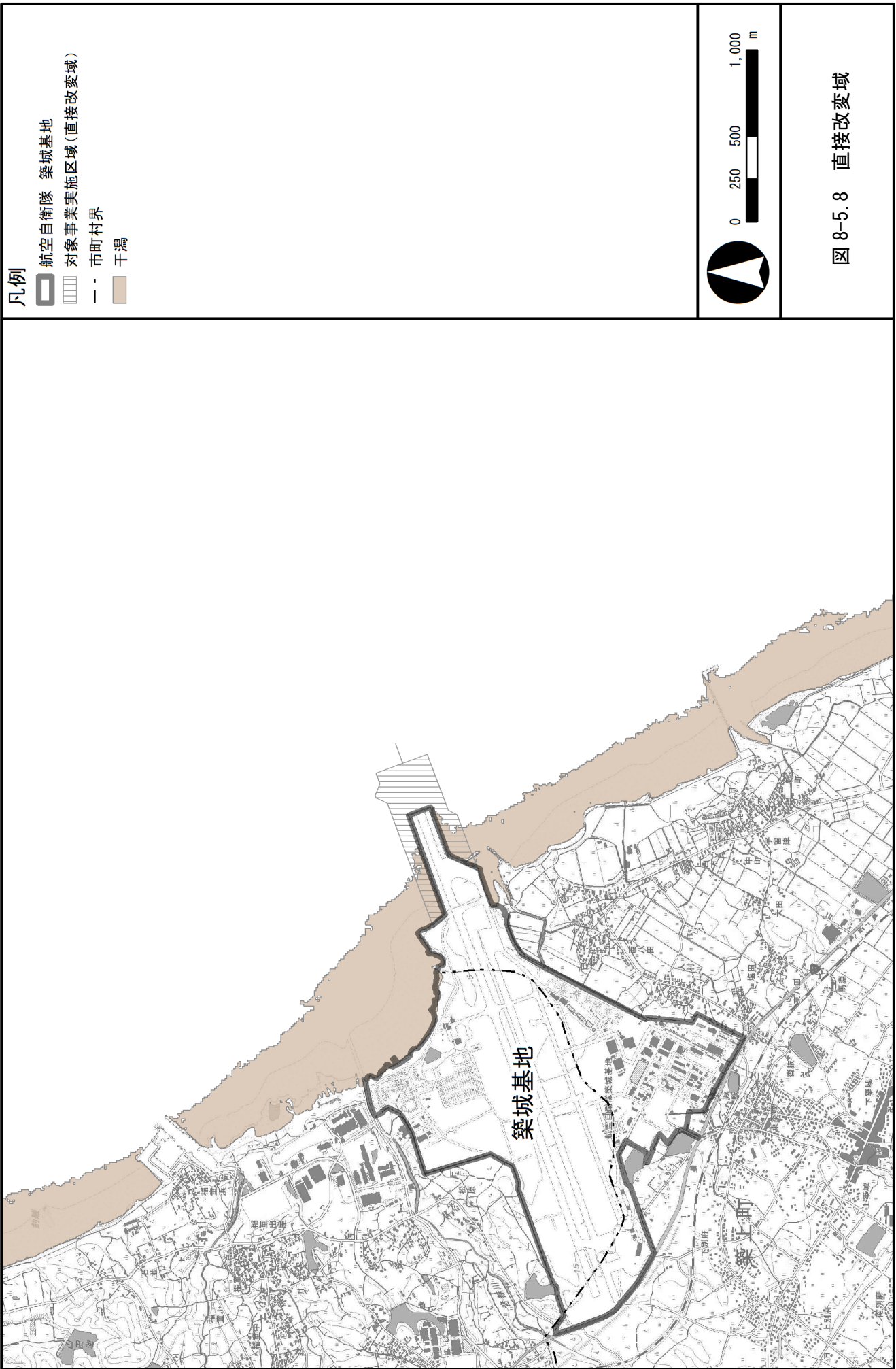
## (2) 予測結果

### ① 直接改変の程度

事業計画に基づく直接改変域と現況地形との重ね合わせの結果を図 8-5.8 に示します。

対象事業実施区域には重要な地形・地質は存在しません。

対象事業実施区域の岸側は既に改変され、滑走路が存在し、水際部には既存のコンクリート護岸が存在します。また、干潟の改変面積もわずかであり、周辺には同様の干潟環境が広範囲に広がっていることから、飛行場（埋立地）の存在による地形・地質への影響は小さいと予測されます。



出典：「瀬戸内海における薬場・干潟分布状況調査 調査結果（西部海域）」平成30年9月 環境省



## ② 海底地形の変化

前掲表 8-5.5 に示した波浪規模 3 ケースについて、供用前後で変化が生じる範囲を確認するため、供用前後の地形変化量の差分を算出し、差分図に示しました。差分図は、図 8-5.9 に示すとおりです。

エネルギー平均波の場合、供用前後での地形変化はほとんどないものと予測されます。

供用前後で地形変化量の差分が大きくなる年数回来襲波や既往最大波においても、差分が生じるのは、概ね小領域の範囲内と予測されます。

そのため、小領域の範囲内において、可能な限り定量的な整理を行うため、地形変化量ごとの面積(メッシュ数)を整理しました。その結果は、図 8-5.10 に示すとおりです。

その結果、エネルギー平均波相当では、地形変化はほぼ生じないと予測されました。年数回来襲波及び既往最大波では、局所的に堆積又は侵食が発生すると予測されますが、埋立の有無にかかわらず、最も変化量大きい既往最大波でのシルト成分(粒径 0.04mm)では、変化量 0~0.1m の範囲がほとんどを占めると予測されました。なお、波浪による堆積・侵食は一時的なものであり、経年により、安定する地形に戻ろうとする力が作用するものと考えられ、海底地形変化の影響は小さいと予測されます。

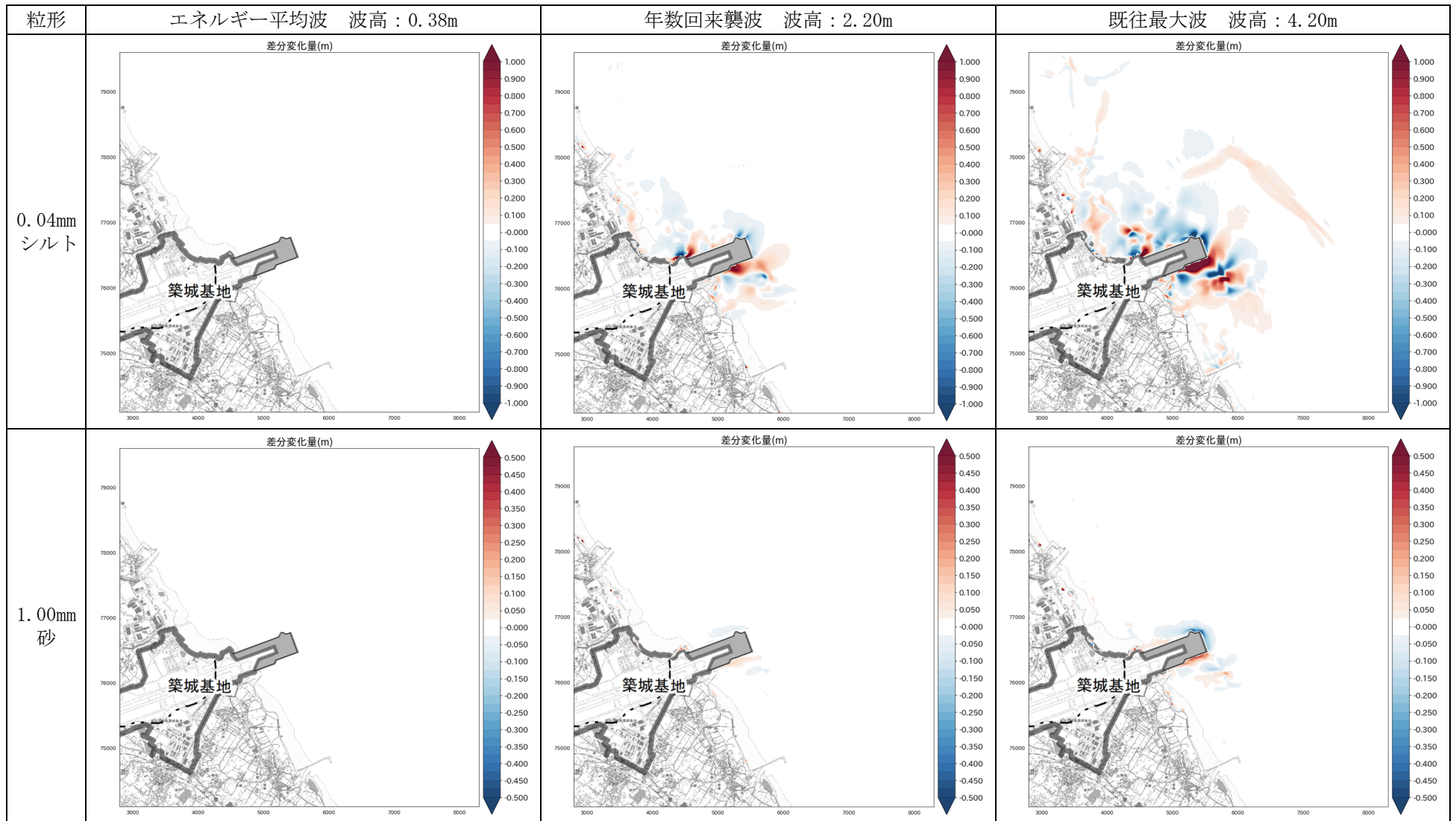


図 8-5.9(1) 地形変化差分図 (単位：m)

単位：m

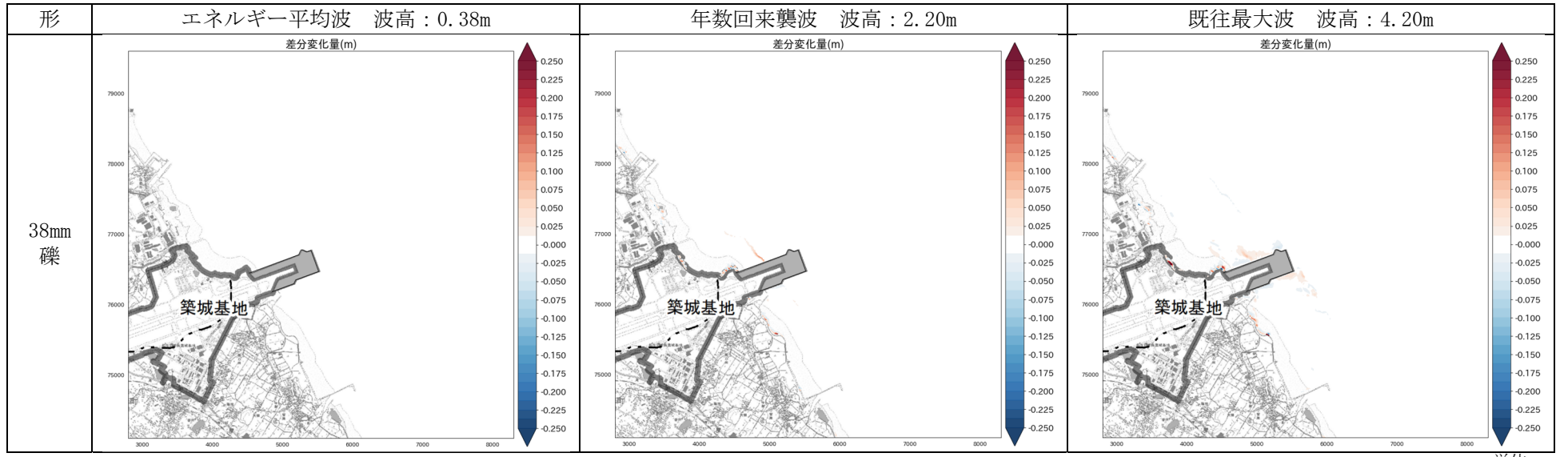


图 8-5.9 (2) 地形变化差分图 (单位 : m)

单位:m

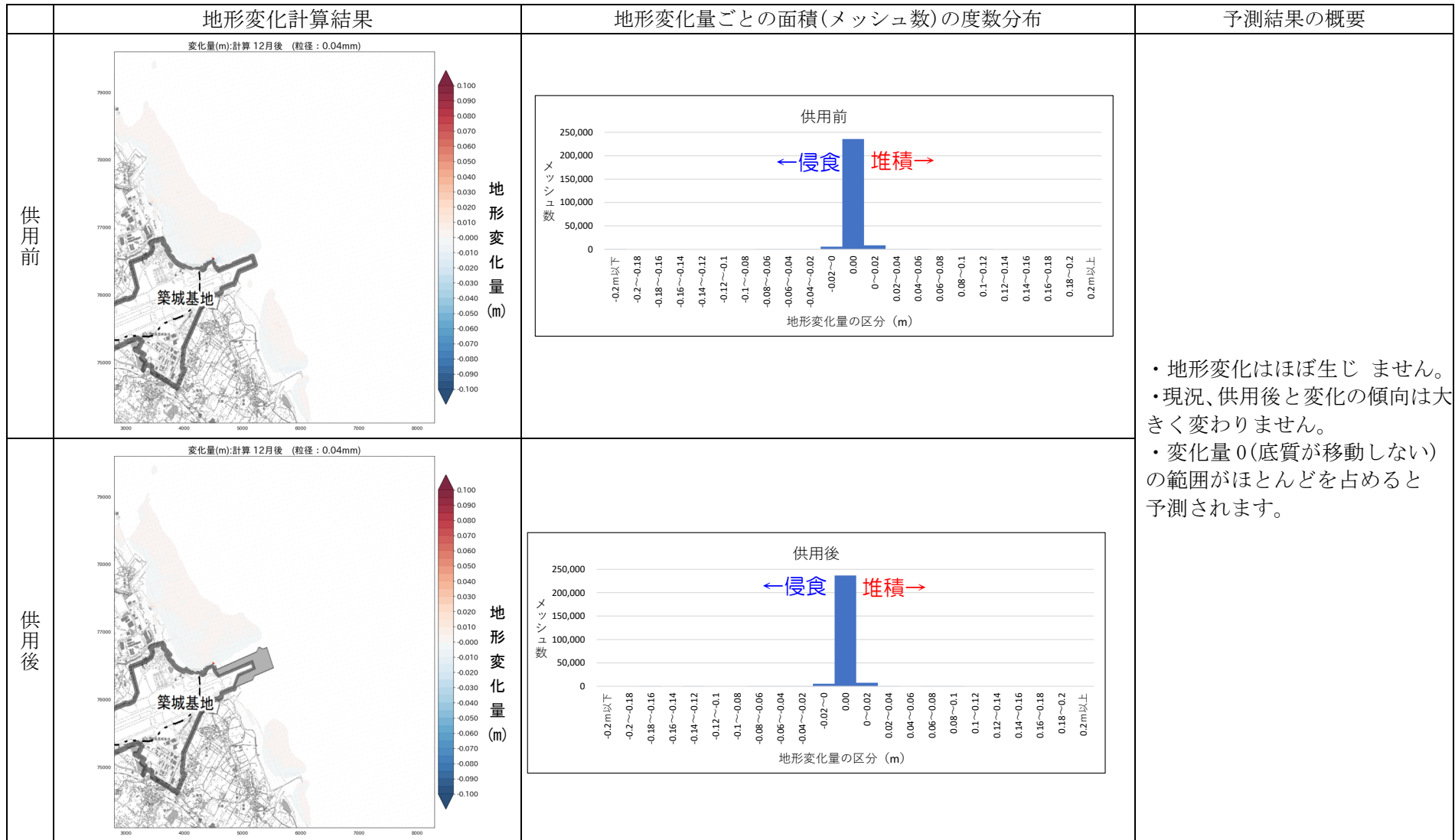


図 8-5.10(1) 地形変化計算結果 (エネルギー平均波 波高 0.38m : 粒径 0.04mm(シルト))

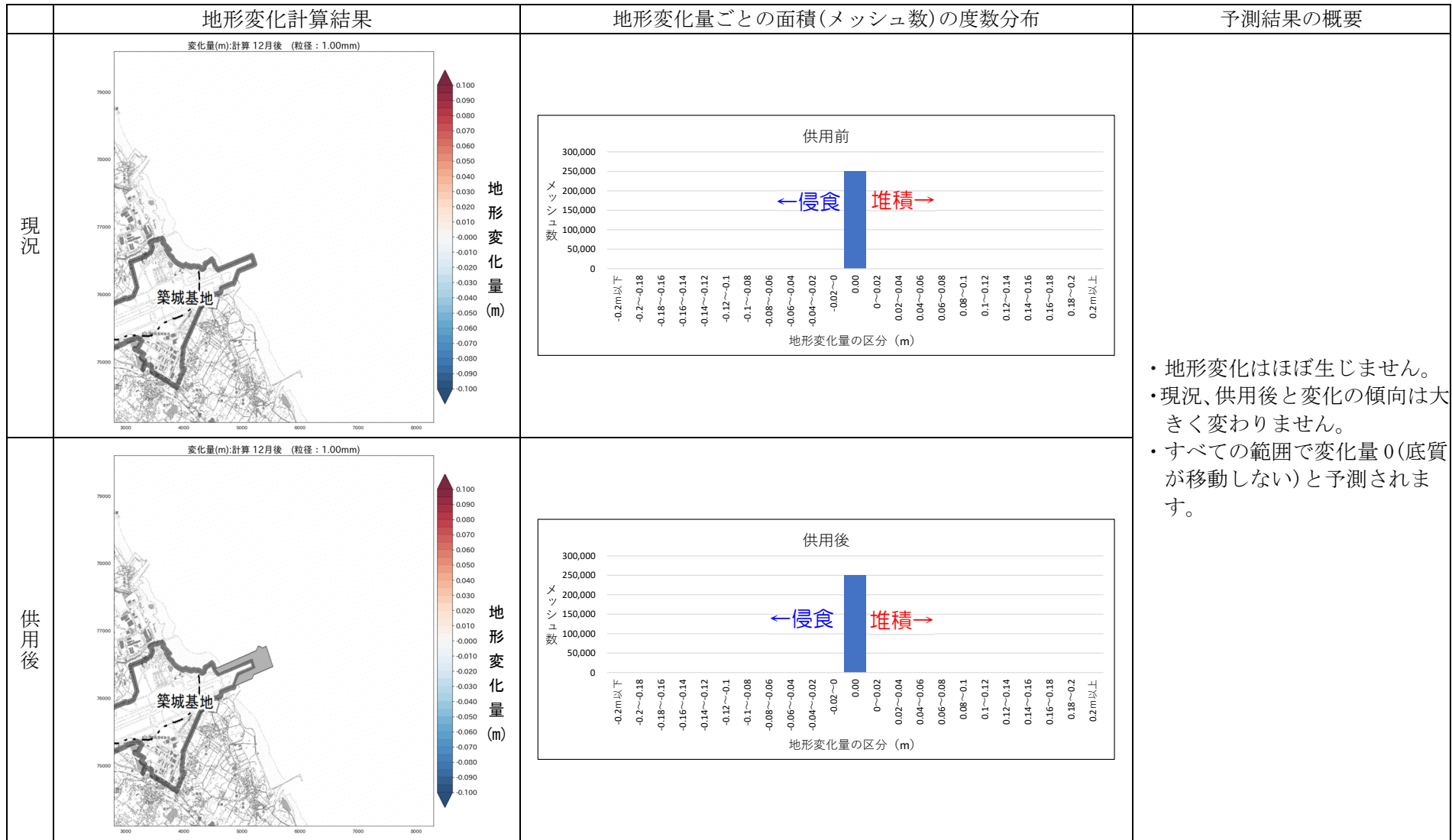


図 8-5.10 (2) 地形変化計算結果 (エネルギー平均波 波高 0.38m : 粒径 1.00mm (砂))

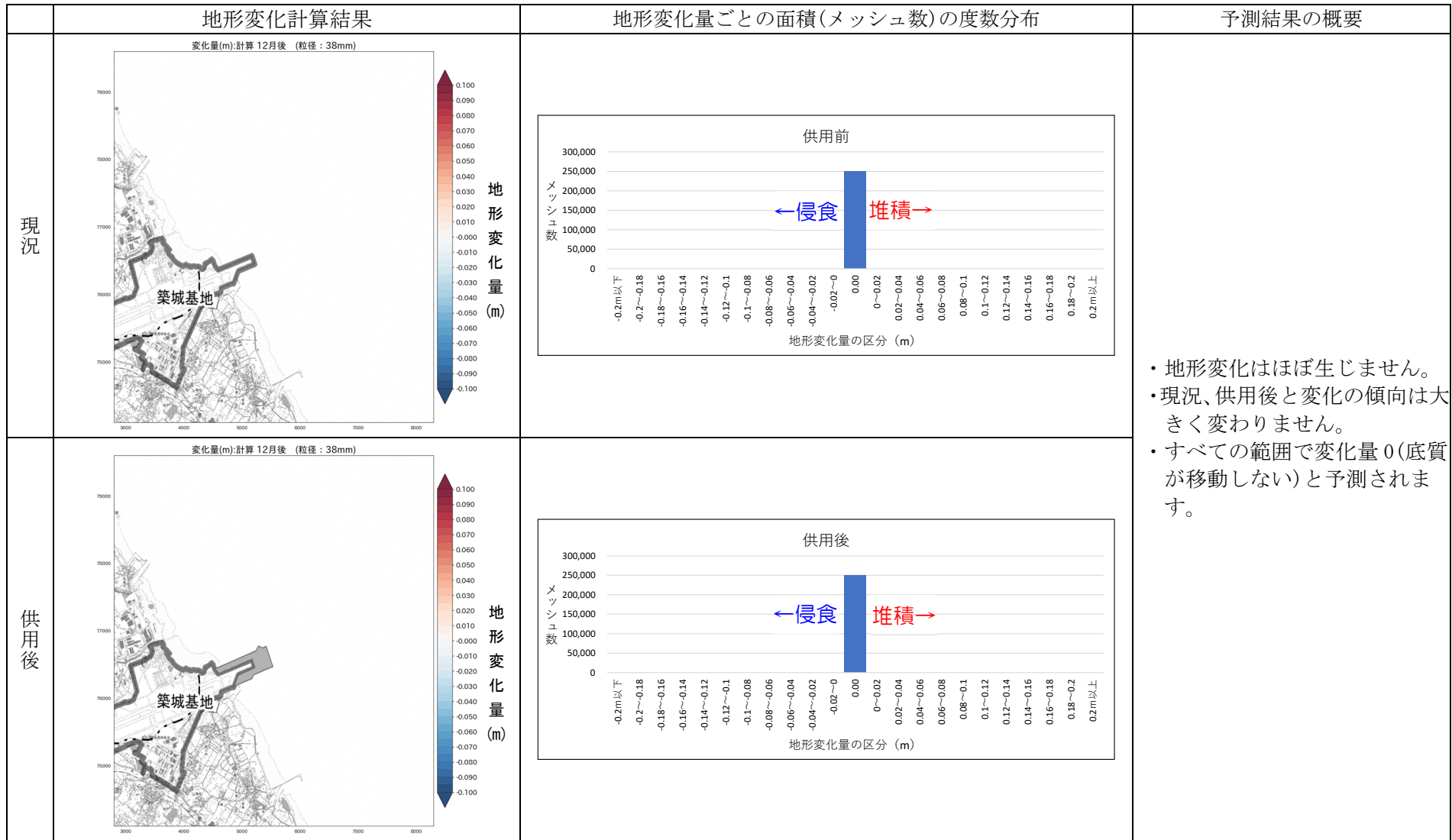


図 8-5.10 (3) 地形変化計算結果 (エネルギー平均波波高 0.38m : 粒径 38.0mm(礫))

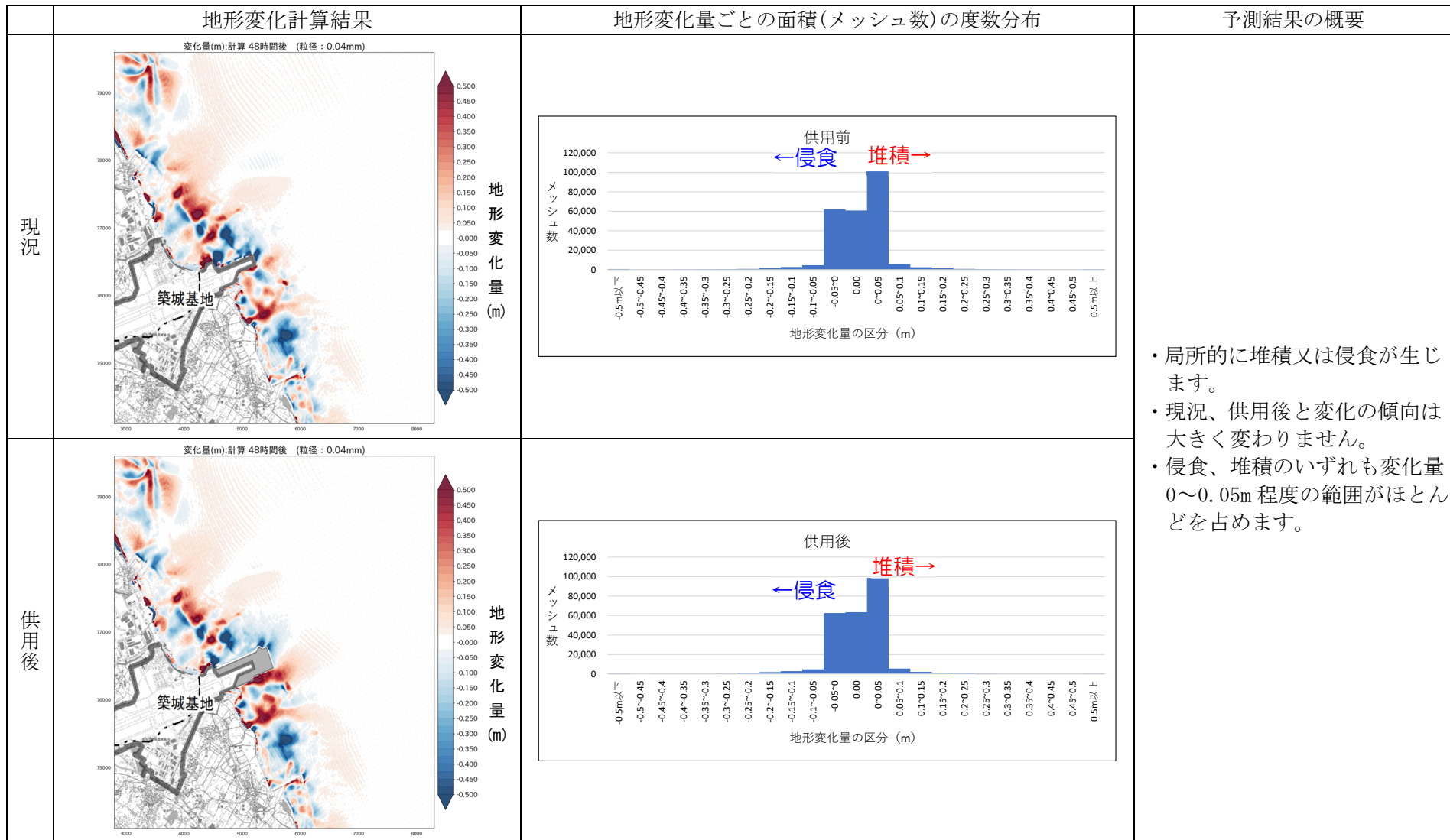


図 8-5.10 (4) 地形変化計算結果 (年数回来襲波 波高 2.20m : 粒径 0.04mm(シルト))

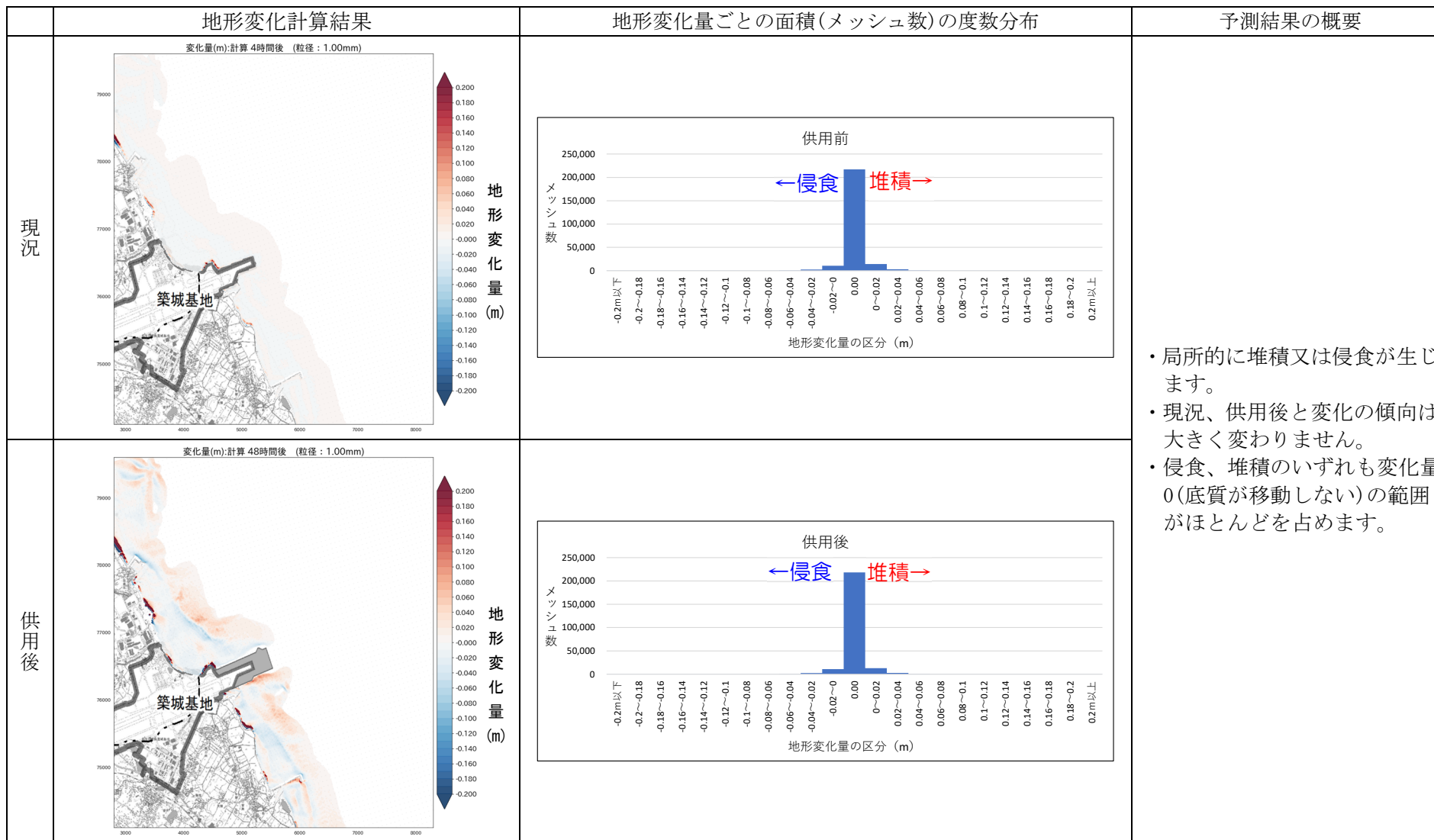


図 8-5.10 (5) 地形変化計算結果 (年数回来襲波 波高 2.20m : 粒径 1.00mm(砂))



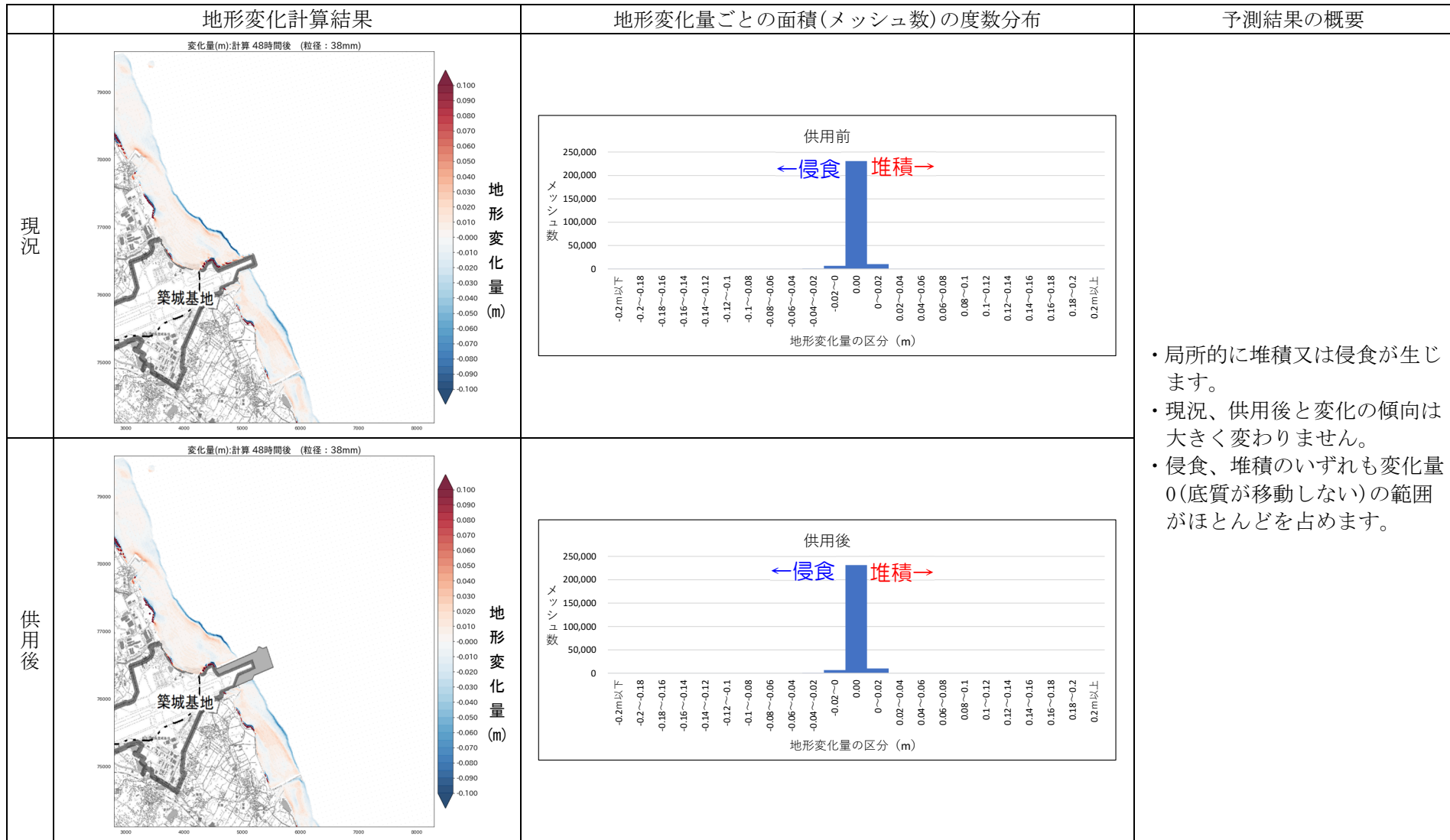


図 8-5.10 (6) 地形変化計算結果 (年数回来襲波 波高 2.20m : 粒径 38.0mm (礫))

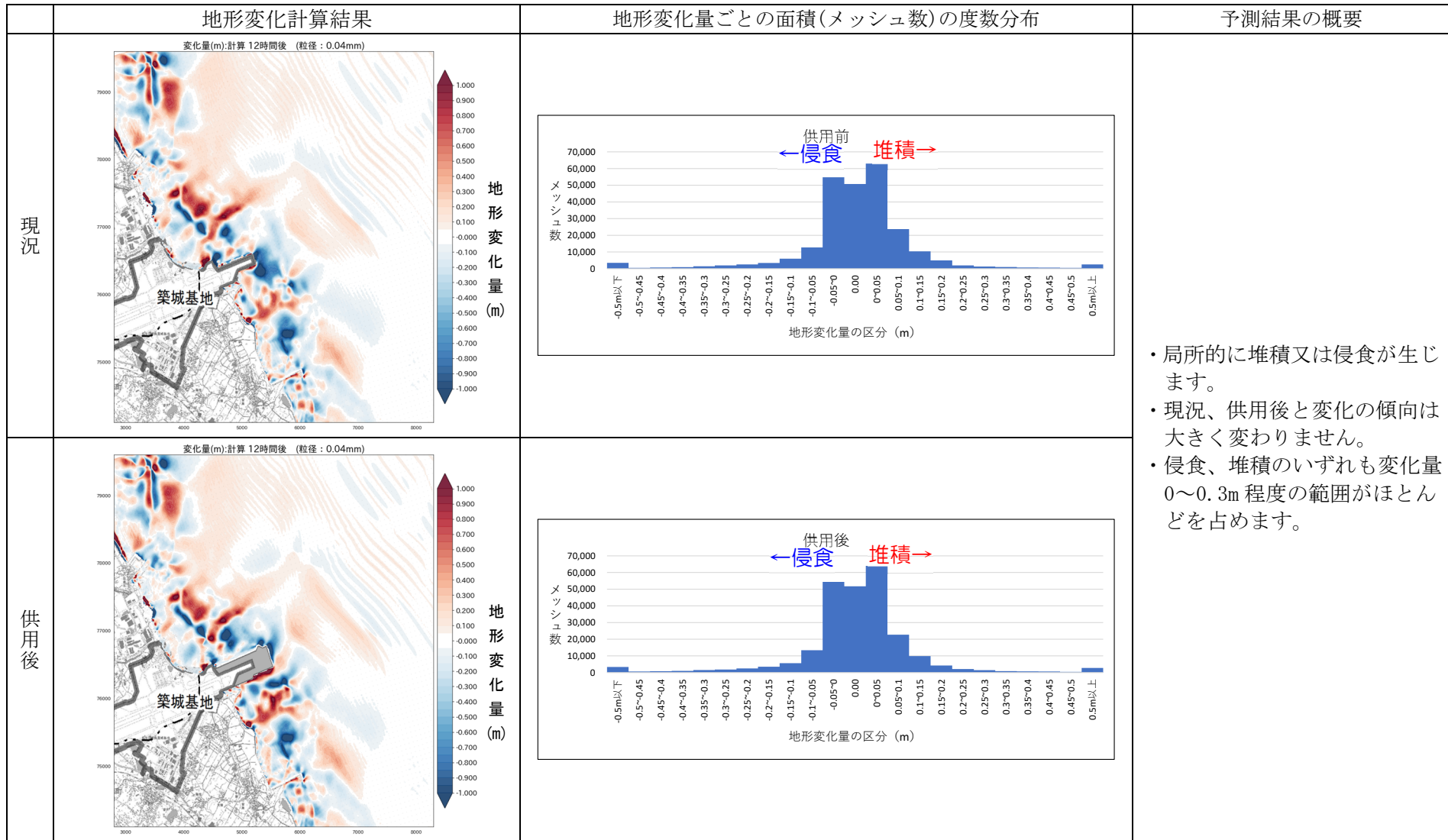


図 8-5. 10 (7) 地形変化計算結果 (既往最大波 波高 4. 20m : 粒径 0. 04mm(シルト))

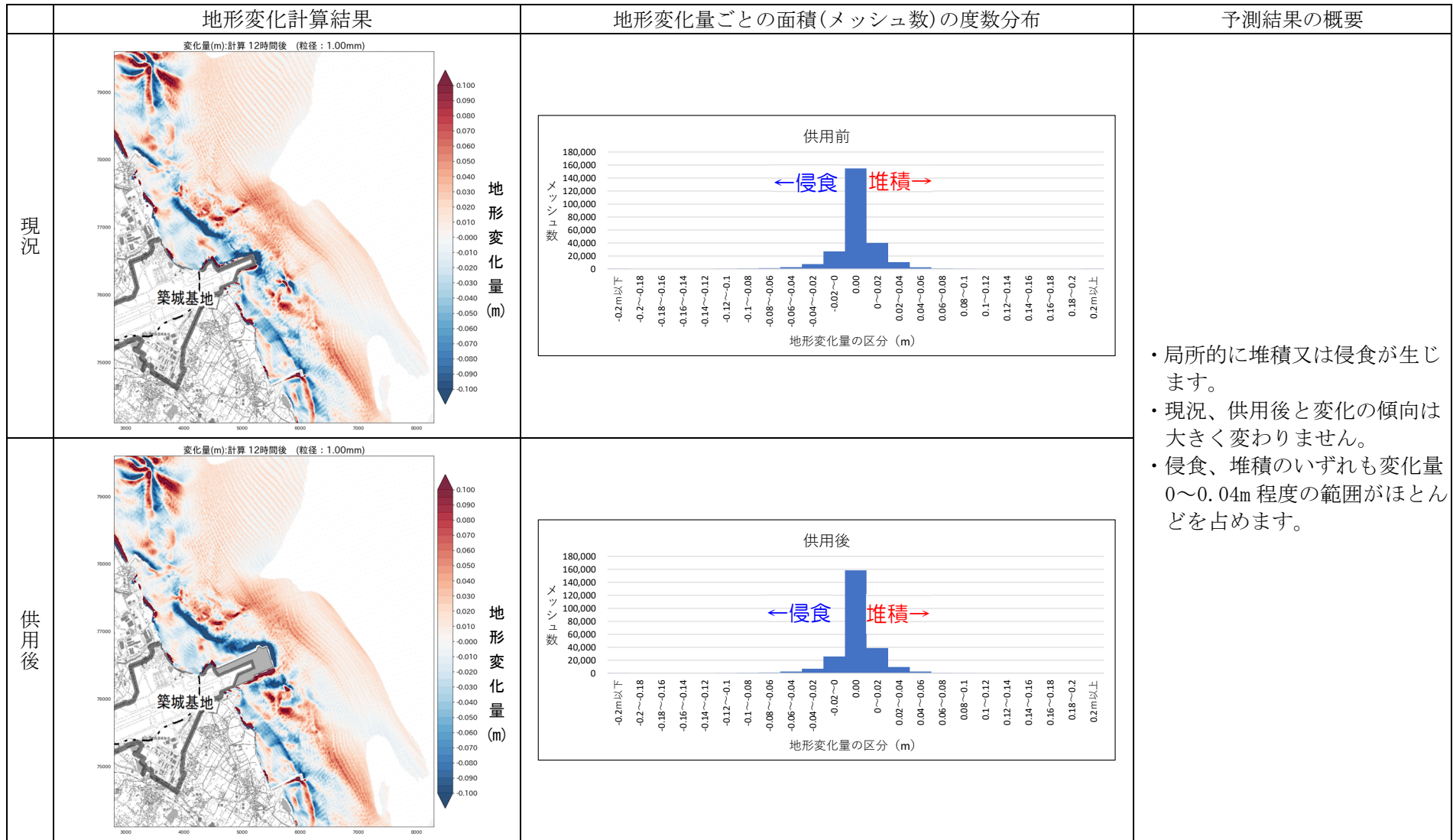


図 8-5.10 (8) 地形変化計算結果 (既往最大波 波高 4.20m : 粒径 1.00mm(砂))

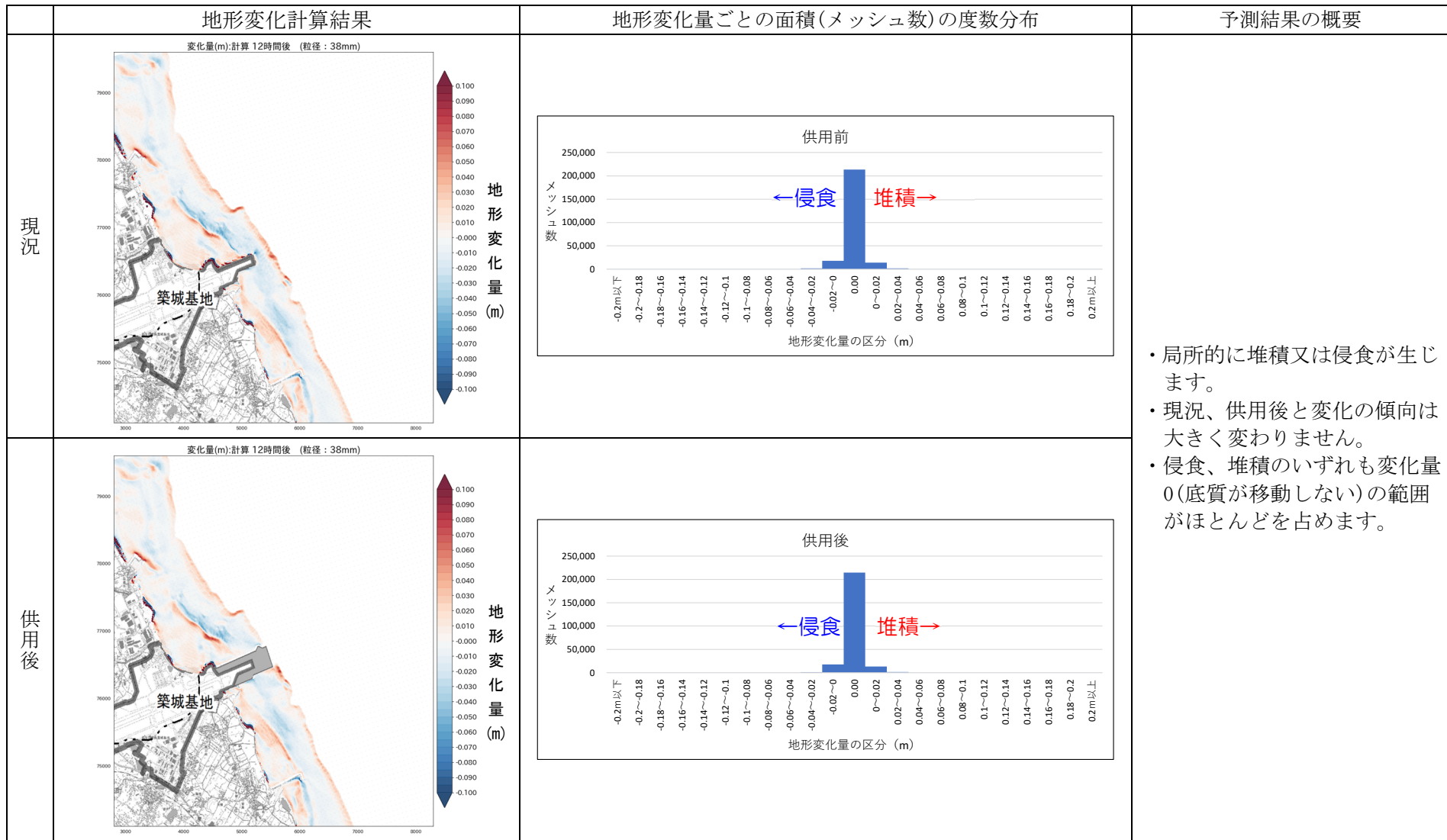


図 8-5.10 (9) 地形変化計算結果 (既往最大波 波高 4.20m : 粒径 38.0mm (礫))

### (3) 環境保全措置

本事業の事業計画において、基本施設の配置の検討にあたっては、滑走路と誘導路の間隔及び着陸帯の幅を最小限とすることで、埋立面積を可能な限り小さくするよう環境配慮を行いました。

上記を基に検討した結果、飛行場（埋立地）の存在に伴う地形・地質の直接改変の影響は小さく、海底地形変化の影響は小さいと予測されるため環境保全措置は実施しない予定です。

### (4) 事後調査

飛行場（埋立地）の存在による地形及び地質への影響の予測において、設定した来襲波の予測が難しいことから予測結果の不確実性があるため、施工後に事後調査を実施する予定です。

事後調査の内容を表 8-5.6 に示します。

表 8-5.6 事後調査の項目及び手法

調査項目	行うこととした理由	調査手法			環境影響の程度が著しいことが明らかになった場合の対応方針
		調査方法	調査時期	地域・地点	
干潟の状況の把握	設定した来襲波の予測が難しいことから予測結果の不確実性があるため	現地踏査、空中写真撮影または深淺測量	供用後の海域の状況が安定した時期	対象事業実施区域及び築城基地周辺の干潟の範囲	干潟の状況が著しく変化した場合には、対応策を検討します。

### (5) 評価の結果

事業計画において埋立面積を可能な限り小さくするよう環境への配慮を行いました。また、飛行場（埋立地）の存在による地形及び地質への影響は小さいと予測されます。ただし、予測結果に不確実性があるため、事後調査として供用後に干潟の状況を把握することとしました。これは、実行可能な範囲で、飛行場（埋立地）の存在による地形及び地質への影響を低減していると評価します。