甲第108号証 C

別紙-1

通信施設前の砂州（東側砂州）の変化に関する調査検討結果

1．航空写真による砂州地形の長期的な変遷<昨年度報告済み>

- 昭和 49 年に小型船舶通航のための航路掘削により分断。
- 昭和 52 年に縮小したが、岸に向かって延伸。
- 平成 15 年以降も岸側に延伸し、平成 19 年から仮設航路、外周護岸が施工されたが、平成 22 年まで岸側に延伸。
- 平成 22 年には砂州幅が狭くなったように見受けられるが、過去（例えば平成 17 年）にも同様の変化はみられており、実際に細くなっているのかは写真からだけでは判断できない。
- 平成 24 年には砂州が途切れているように見受けられ、平成 23 年の台風 9 号の影響により一時的に変形したものと考えられる。
- 平成 25 年には、前年に比べて撮影時の潮位は高いにも関わらず、砂州がより明瞭に確認できる。

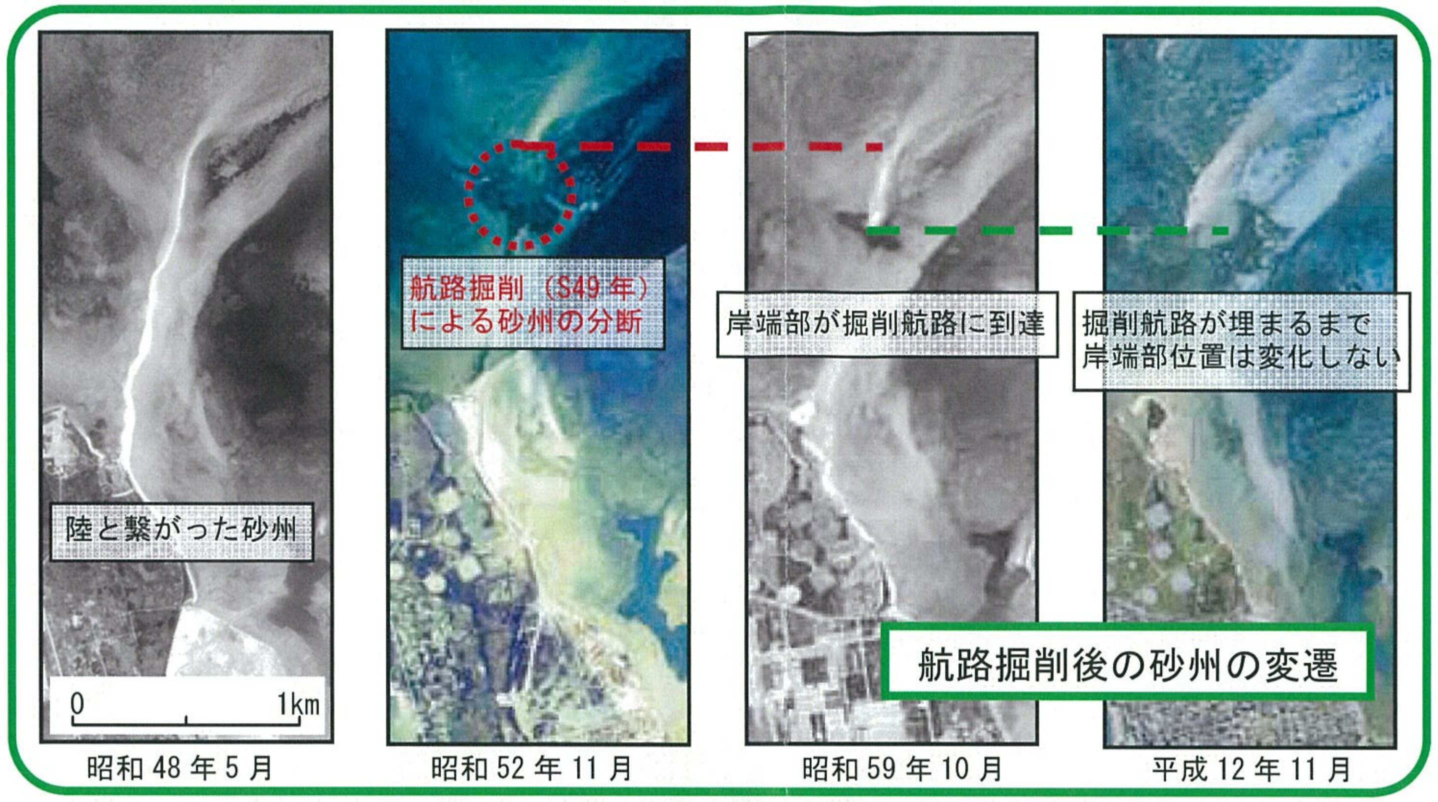

図 1(1)　東側砂州周辺の航空写真（昭和 48 年～平成 12 年）

平成 15 年 12 月　平成 16 年 3 月　平成 17 年 12 月　平成 19 年 6 月　平成 20 年 5 月 (C. D. L. +100～113cm)　平成 21 年 12 月 (C. D. L. +91～104cm)　平成 22 年 9 月 (C. D. L. +167cm)　平成 24 年 1 月 (C. D. L. +151～152cm)　平成 25 年 1 月 (C. D. L. +172～182cm)

注）（　）内は、航空写真撮影時の潮位を示す。

図 1(2)　東側砂州周辺の航空写真（平成 15 年～平成 25 年）

２．測量調査結果による砂州形状の変化＜昨年度報告済み＞

・等深線及び断面地形を重ね合わせることにより、平面図及び投影図（測量範囲で最も高い地盤の形状）を作成した。

・平成19年10月の砂州地形を平成17年8月と比べると、C.D.L.+0.5mより高い領域が岸側に伸びており、C.D.L.+1.2m（平均潮位面）より高い領域は、面積はほとんど変化せずに北西に移動していることが確認された。

・平成24年1月の砂州地形を平成21年12月と比べると、C.D.L.+1.2mより高い領域の面積が小さくなっており、平成23年8月に来襲した台風9号の影響を強く受けたものと考えられた。一方、C.D.L.+0.5mより高い領域の面積はほとんど変化しておらず、50m程度岸側に移動していた。

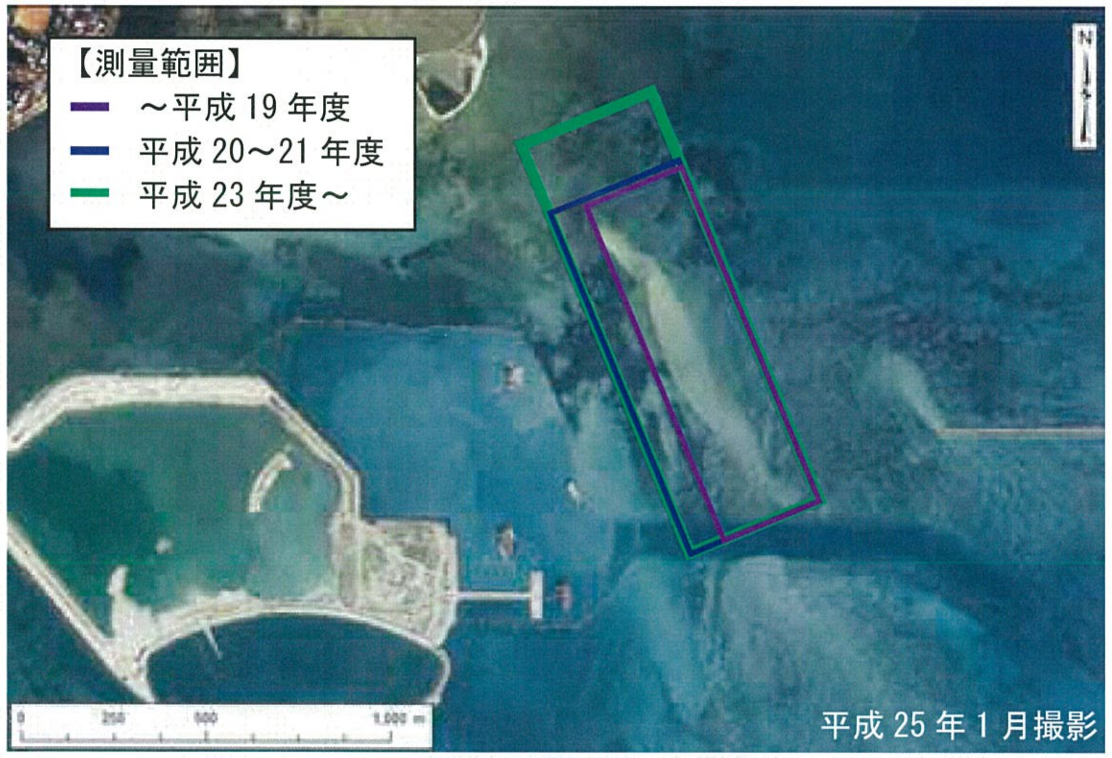

図２　砂州地形の測量範囲

注）砂州の延伸に合わせて、測量範囲も岸側・西側に広げている。

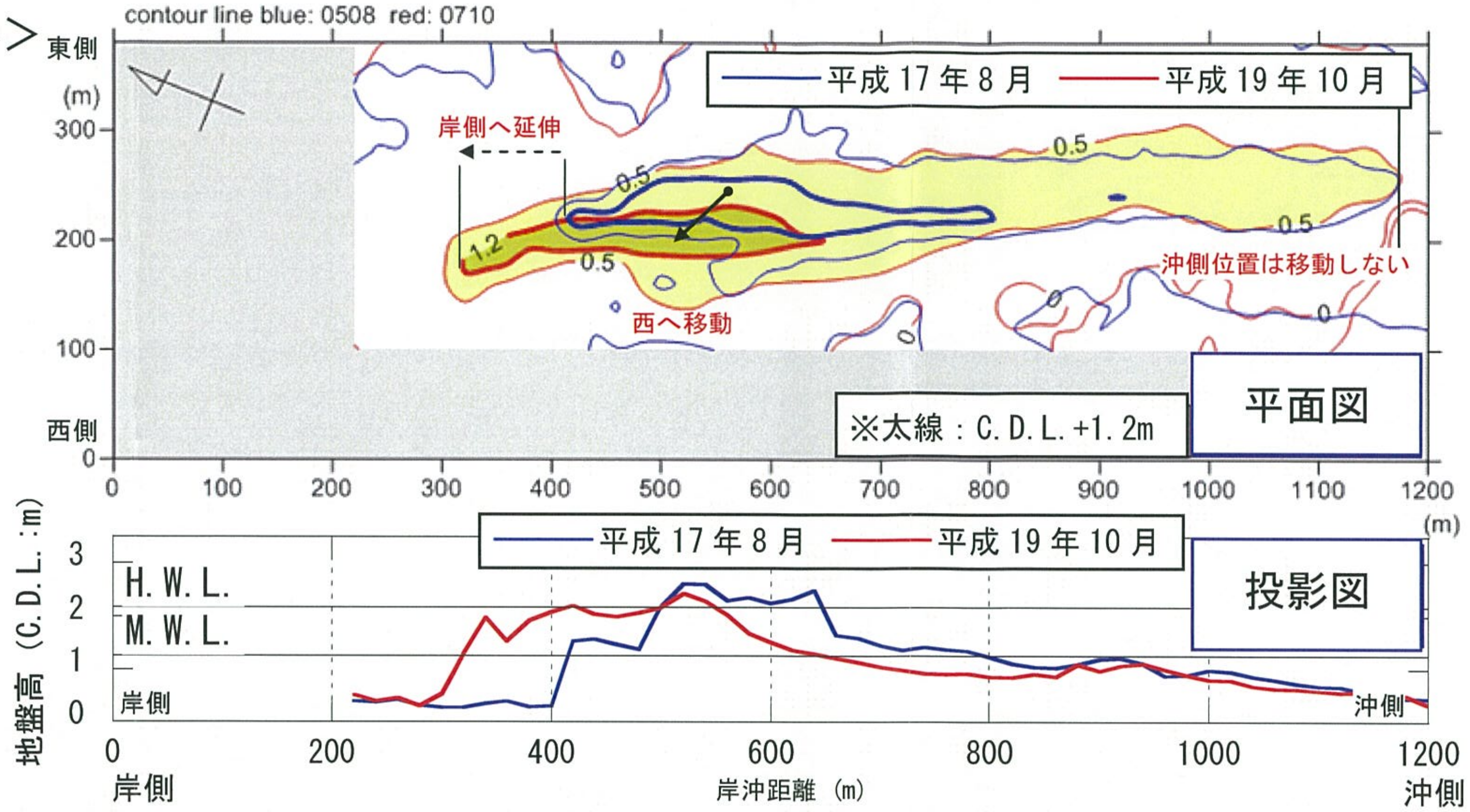

図 3(1)　等深線の重ね合わせ図と岸沖断面の投影図（平成17年8月と平成19年10月）

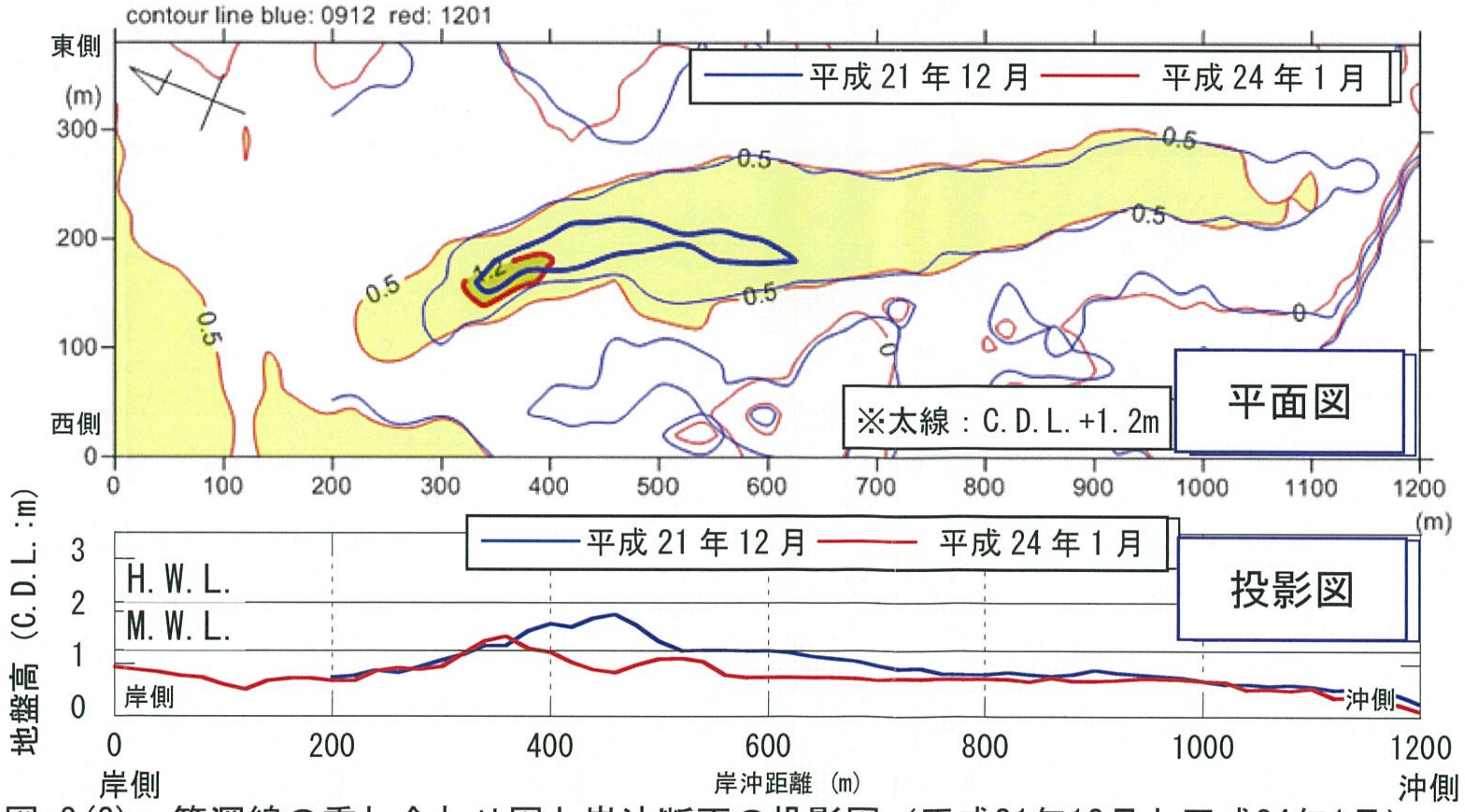

図 3(2)　等深線の重ね合わせ図と岸沖断面の投影図（平成21年12月と平成24年1月）

３．砂州の形成・維持機構と将来予測<平成 20 年度第１回委員会にて報告>

(1) 東側砂州周辺の波浪と地形変化パターンの特徴

・数値シミュレーション結果によれば、潮位が高い時には砂が岸に移動して岸側に延伸し、潮位が低い時に砂が砂州に向かって集まり砂州が形成されると考えられる（図 4）。

(2) 東側砂州の形成・維持機構

・空中写真、深浅測量データ及び数値シミュレーション結果を総合すると、砂州の形成・維持機構は図 5 のように説明されるが、このためには、周辺（主に沖側）から土砂が供給される必要がある。

砂州の形成・維持機構

①浅瀬地形による波の集中により、砂州の沖側及び両側から砂が供給され、浅瀬の中央に堆積し砂州が形成される。

②砂州に向かって、両側から斜めに入射する波により、砂州周辺の土砂が寄せ集められる。

③砂州に堆積した土砂は、特に高潮位時に生じる砂州に沿う流れにより岸向きに輸送される。

④岸向きに輸送された土砂は、砂州の岸側端部付近で堆積するため、砂州が岸側へむけて徐々に延伸（成長）していく。

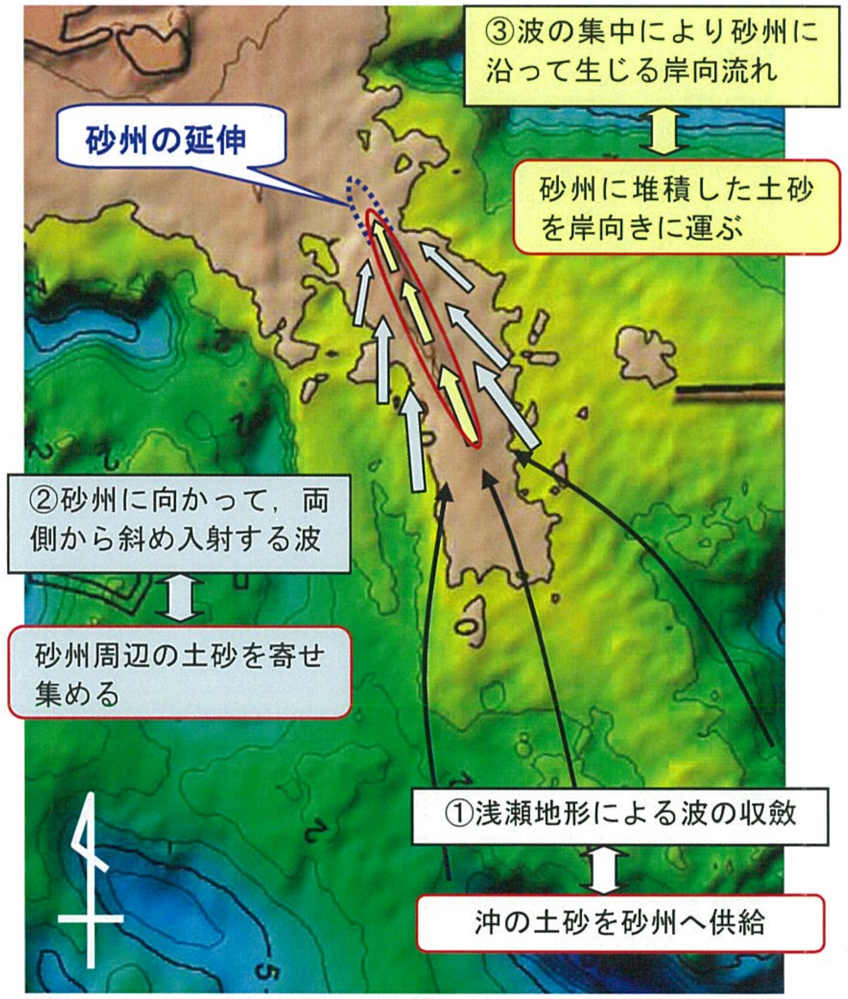

図５　砂州の形成・維持機構の概念図

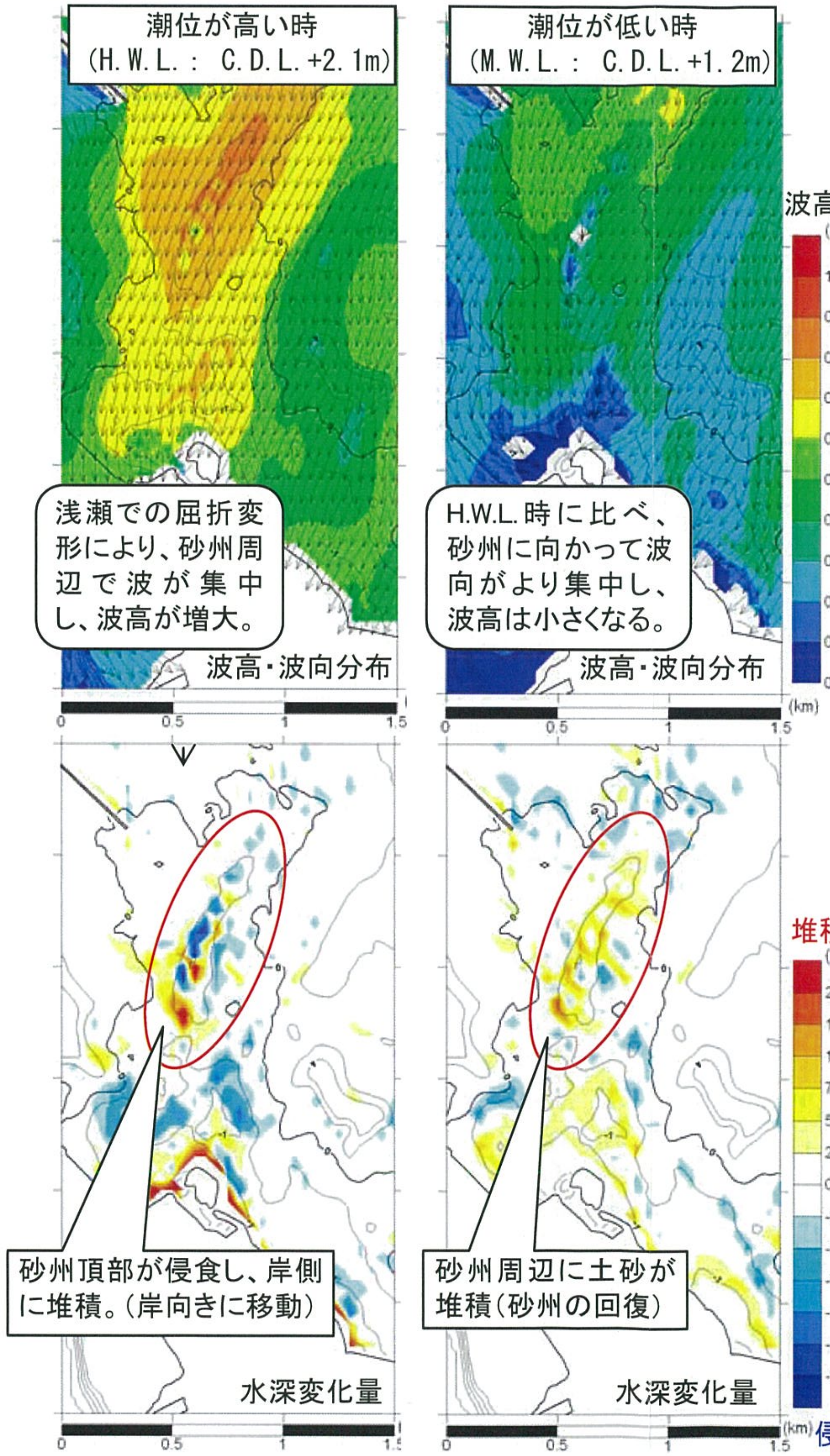

図４　東側砂州周辺の波高・波向分布（上）と水深変化（下）の計算結果

砂州周辺の波と流れ

- 波は浅瀬での屈折変形により、砂州周辺で波が集中する。
- 潮位が低い時には、砂州に向かって波向がより集中する。
- 波の集中によって、砂州の頂部では、砂州形状に沿う岸向の流れが生じる。

⇩

砂州の変形パターン

- 潮位が高い時に砂州が岸向きに移動する。
- 潮位が低い時に砂州へ土砂の供給・回復が生じる。

⇩

上記のプロセスが繰り返されることにより、砂州がその形状を維持しつつ移動すると考えられる。

(3) 東側砂州地形変化の将来予測

・人工島設置 10 年後における砂州形状を数値シミュレーションにより予測した結果は図 6 に示すとおりであり、人工島を建設した場合には、人工島がない場合に比べて、砂州の沖端部は岸側に移動（航路による影響）して砂州の規模は縮小するものの、砂州を維持する機構（砂州周辺での波の集中）は残るため、砂州の形状は維持されると予測された。

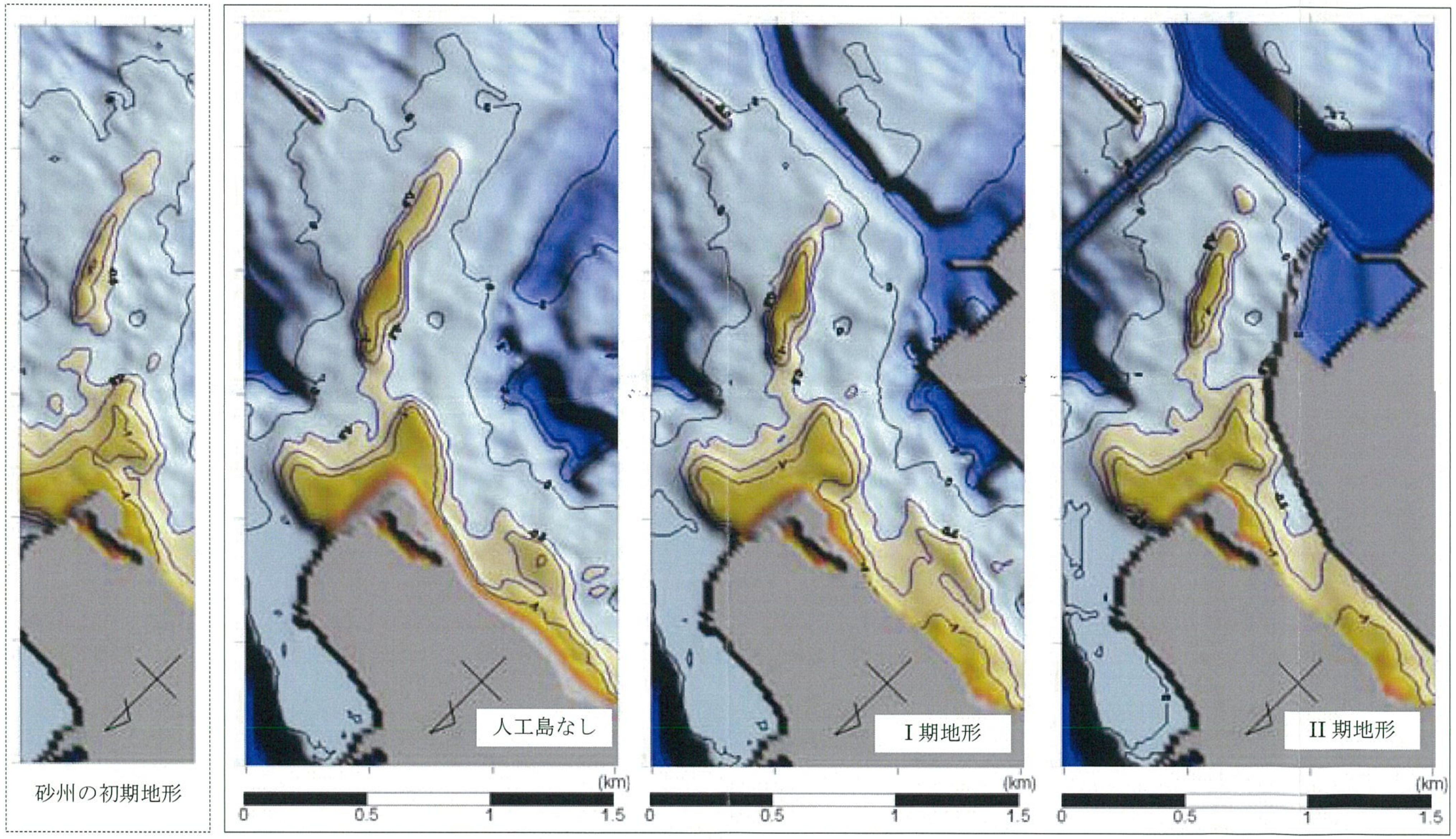

図 6　　10 年後の砂州形状の予測計算結果

4．平成 24 年以降の砂州地形の変化状況<平成 25 年 5 月の結果を追加>

(1) 測量実施時期と台風接近状況

・平成 24 年は台風来襲前の 1 月及び 5 月、来襲後の 6 月、9 月及び 10 月の計 5 回測量を実施し、平成 25 年は 5 月に測量を実施した（表 1)。

表 1　平成 24 年以降の測量実施時期と台風接近時期

項目	平成 24 年																			平成 25 年
	1 月	5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			5 月
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
台風来襲時期						4 号			7 号		9-11 号		15 号		16 号	17 号				
測量実施時期	●		●				●							●			●			●

(2) 砂州の地形変化

【平成 24 年 1 月から 10 月の変化<図 7(1)、昨年度報告済み>】

・C. D. L. +0. 5m より高い領域の形状は、測量ごとにわずかな変化があったものの、10 月と 1 月で形状はほとんど同じであった。

・C. D. L. +1. 2m(平均潮位面)より高い領域は、面積はほぼ一定で岸側に移動するとともに、岸沖方向 500m 付近、沿岸方向 200m 付近で新たな領域が形成された。

・投影図をみると、岸沖方向 400～700m の区間で地盤高が高くなっていることが確認された。

・地形(地盤高)変化をみると、砂州の両側(東西)で侵食、中央部付近で堆積しており、両側の砂が中央部に移動したことが推察される。

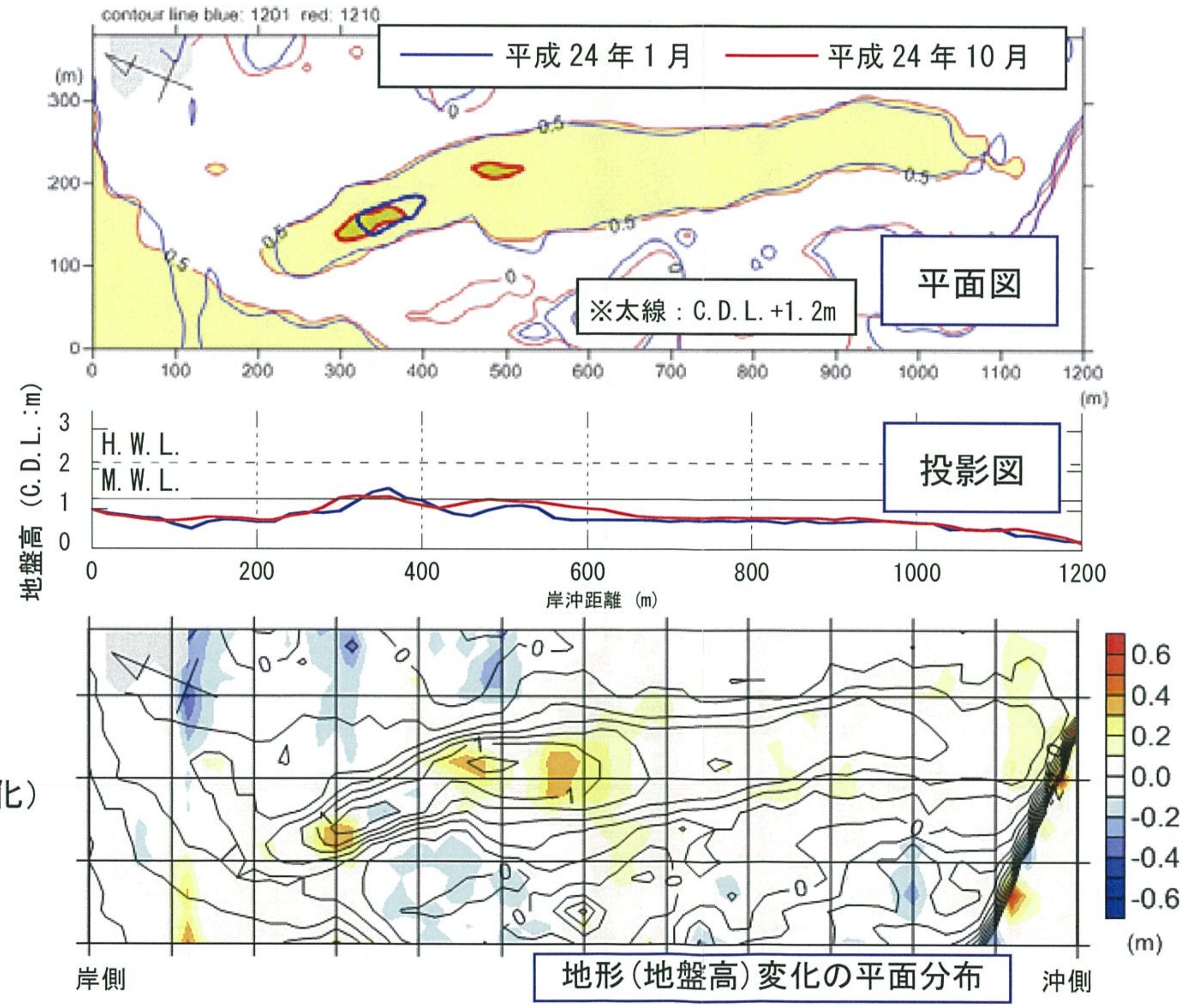

図 7(1)　砂州地形の変化状況（平成 24 年 1 月から 10 月の変化）

上段：平面図（等深線の重ね合わせ図）

中段：岸沖断面の投影図

下段：地形（地盤高）変化の平面分布

【平成24年10月から平成25年5月の変化（図7(2)、(3)）】

・C.D.L.+0.5mより高い領域の形状はほとんど変化しておらず、岸側に延伸するという特徴（図3）に変化が生じている可能性がある。

・C.D.L.+1.2m(平均潮位面)より高い領域をみると、岸沖方向500m付近で新たに形成された領域が広がっていた。

・投影図をみると、岸沖方向500m付近で高くなっているものの、その他の区間に変化はみられず、平成24年1月とほぼ同じとなっている。

・地形(地盤高)変化をみると、砂州の東側で侵食、中央部付近から西側で堆積しており、東から西に砂が移動したことが推察される。

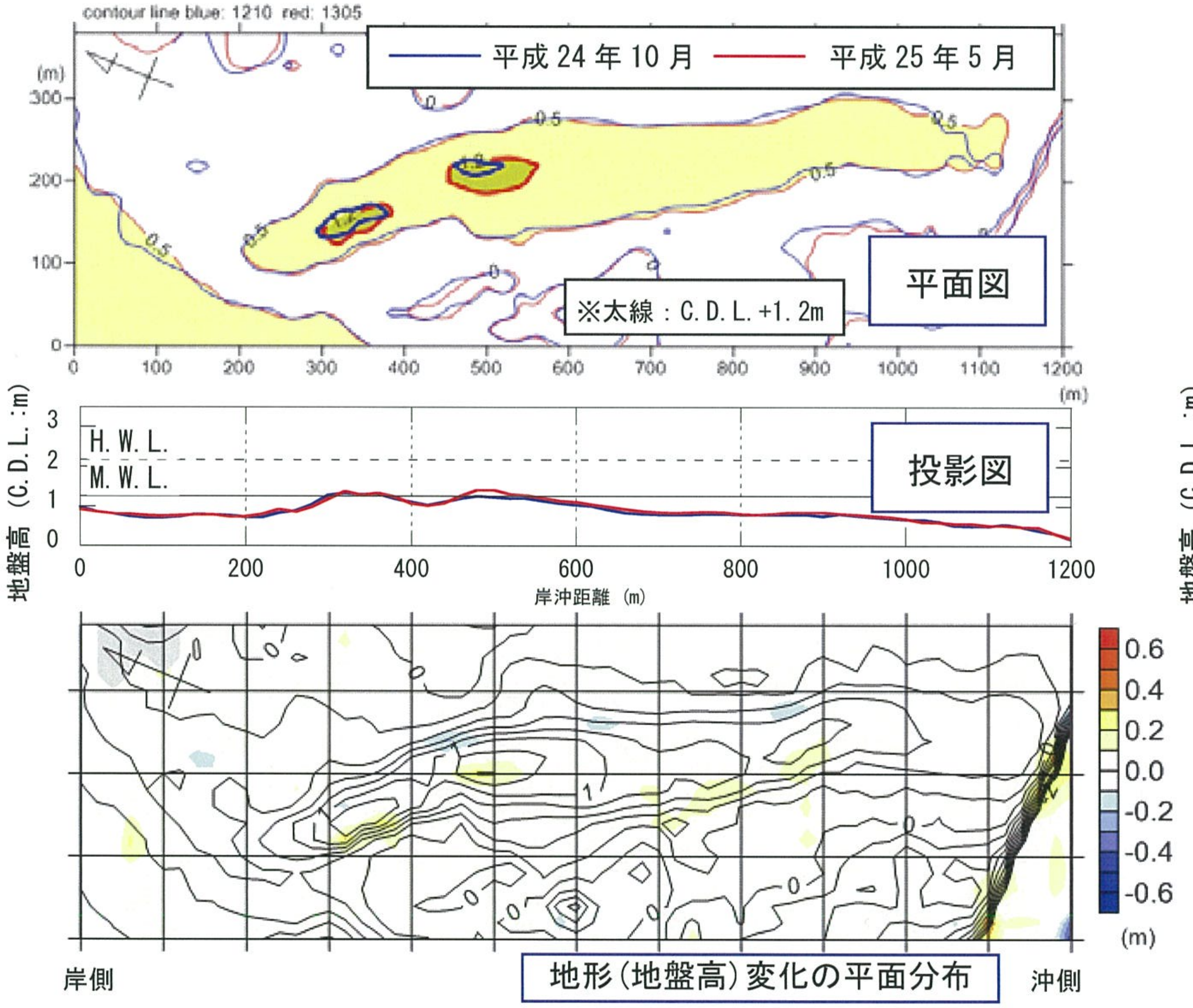

図7(2)　砂州地形の変化状況（平成24年10月から平成25年5月の変化）

上段：平面図（等深線の重ね合わせ図）

中段：岸沖断面の投影図

下段：地形（地盤高）変化の平面分布

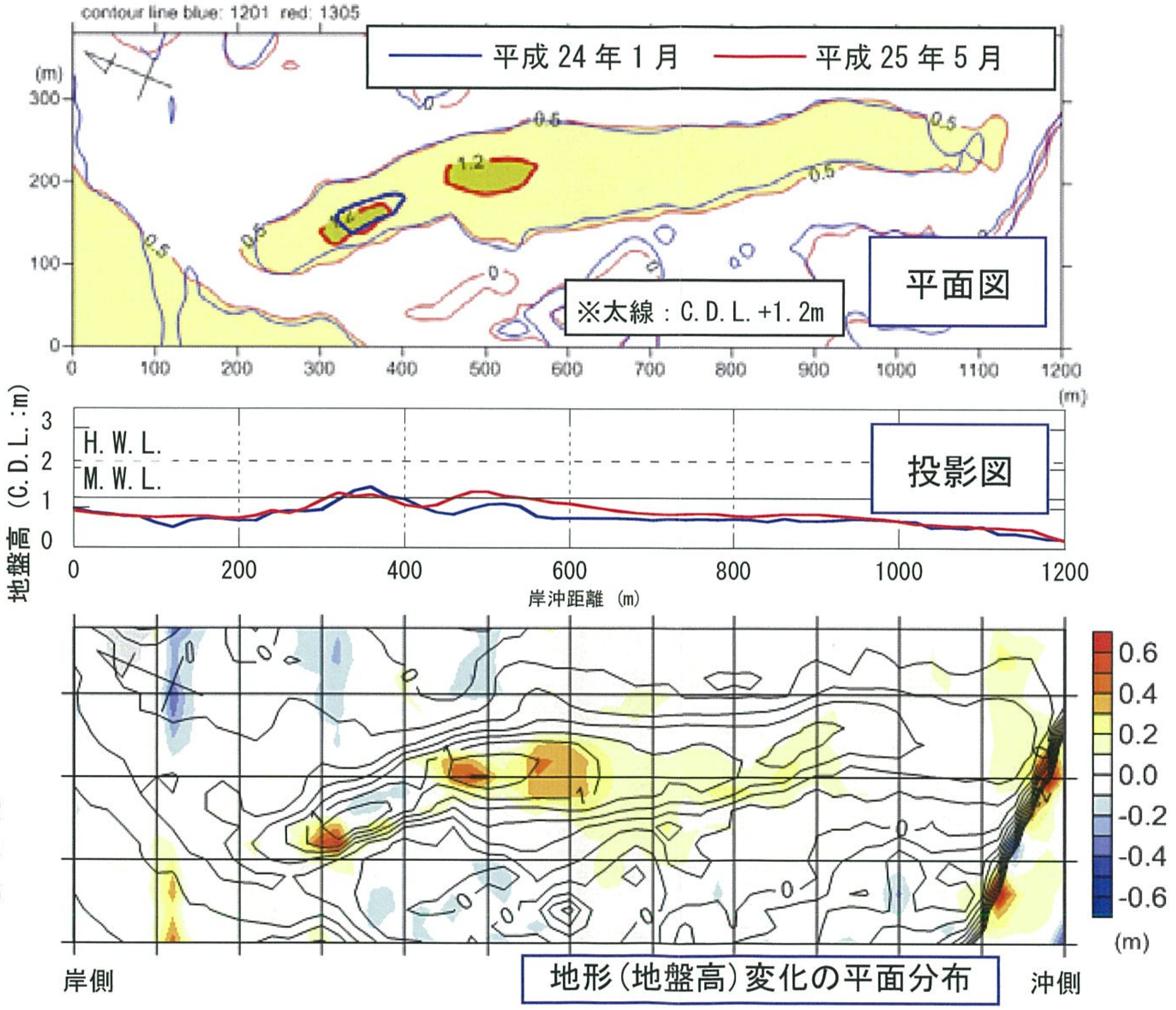

図7(3)　砂州地形の変化状況（平成24年1月から平成25年5月の変化）

上段：平面図（等深線の重ね合わせ図）

中段：岸沖断面の投影図

下段：地形（地盤高）変化の平面分布

5. 砂州の変形特性<平成 25 年 5 月の結果を追加>

(1) 砂州の重心位置の移動状況：図 8

・平成 24 年度までは、ほぼ一定速度で岸側、西側に移動していた。

・平成 25 年 5 月には、沖側、東側に大きく移動する結果となった。

→これは、平成 19 年頃の重心位置（岸沖方向 500m 付近）に砂が堆積し、同位置に重心位置が戻ったことによるものであり、移動特性はこれまでと変わらず維持されていると考えられる。したがって、沖側に戻った重心位置も今後はこれまでと同様に岸側、西側に移動すると推察される。

(2) 砂州の土量の変化

① 砂州地形（C. D. L. +0. 5m 以上の領域）の土量の変化：図 9

・平成 21 年以前は 2～3 万 m^3 の範囲であり、約 1 万 m^3 の変動が認められる。

・平成 24 年 1 月に 2 万 m^3 を下回ったものの、平成 24 年 5 月から平成 25 年 5 月にかけて増加し、平成 19 年頃の土量と同程度となっている。

② 領域全体（平成 17 年 8 月の測量範囲）土量の変化：図 10

・平成 21 年 12 月から平成 24 年 10 月までに約 8, 500m^3 増加し、平成 24 年 10 月から平成 25 年 5 月までに約 6, 400m^3 増加した。平均的に見れば、平成 17 年から現在まで、砂州及び周辺の土量はほぼ一定に保たれている。

○砂州の土量は平成 17 年以降ほぼ一定で、平成 25 年 5 月の重心位置は平成 19 年頃の位置に戻ったものの、移動特性はこれまでと変わらず維持されていると考えられるため、平成 19 年から開始された外周護岸の工事との関係は認められない。

○平成 25 年 5 月に重心位置が平成 19 年頃の位置に戻る傾向を示したのは、平成 19 年の重心位置で砂の堆積が顕著であったことによるものと考えられる。

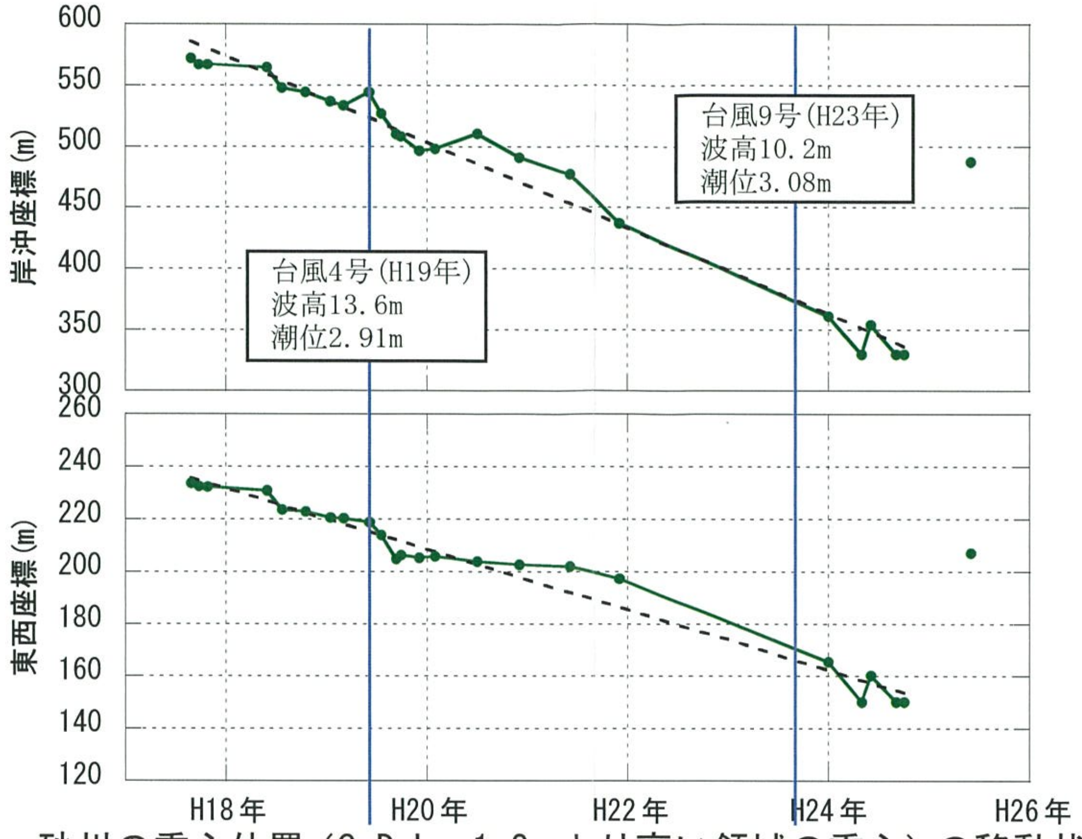

図 8 砂州の重心位置（C. D. L. +1. 2m より高い領域の重心）の移動状況

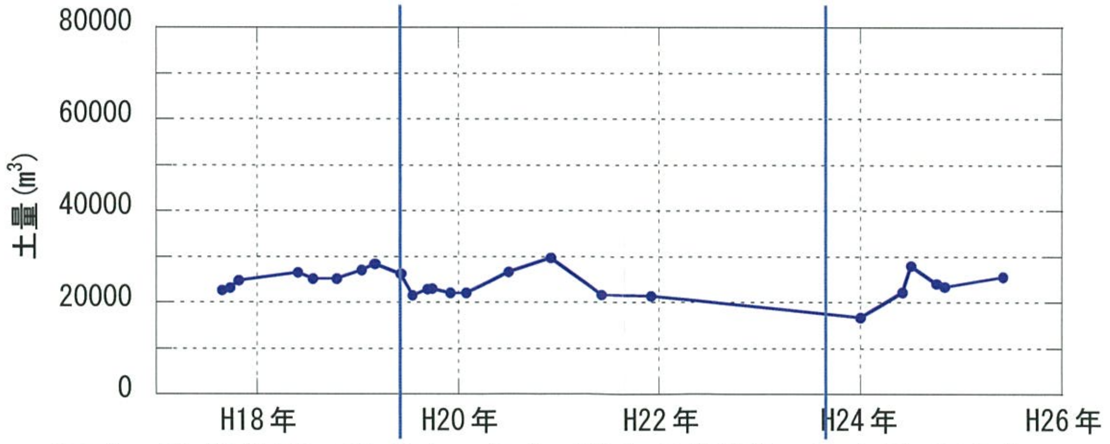

図 9 砂州地形（C. D. L. +0. 5m 以上の領域）の土量の変化

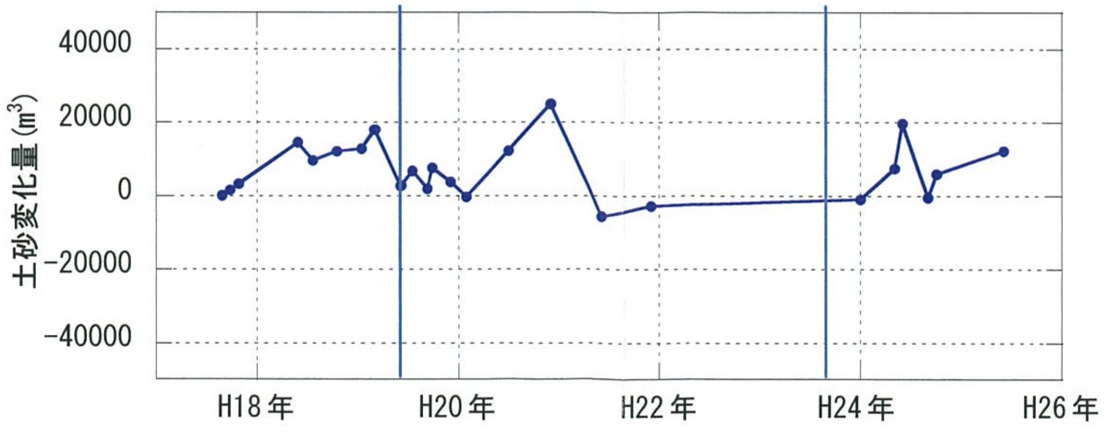

図 10 領域全体（平成 17 年 8 月の測量範囲）の土砂変化量の推移