

3. シミュレーション解析結果によるぬかるみ発生原因の推定

3.1 現地調査結果を受けた解析方針

唐船海岸におけるぬかるみ発生原因の究明のための解析方針について、現地調査結果、既存資料結果を踏まえ、以下のとおり整理した。(図-3.1 参照)

まず、想定原因2の「波浪による汀線侵食による下層に存在する粘土層の露出によるぬかるみの発生」については、土質調査結果より明らかに棄却される。想定原因1の「出水による土砂の堆積と、その後の波浪・潮流による汀線へのぬかるみの発生」については、現地調査結果よりぬかるみは小さい波浪で動くことが確認された。一方で、海岸部への大量のぬかるみの発生現象は、既存資料整理結果及び現地調査結果より、平成23年9月の台風による出水と、その翌年4月の爆弾低気圧の接近によって発生した高波浪によるものと想定された。

したがって、①比較的頻繁にぬかるみが動く現象と、②大量に海岸へシルト分が供給される現象、といった2つの現象の再現が現地のぬかるみ発生状況を把握する上で必要と考えられた。

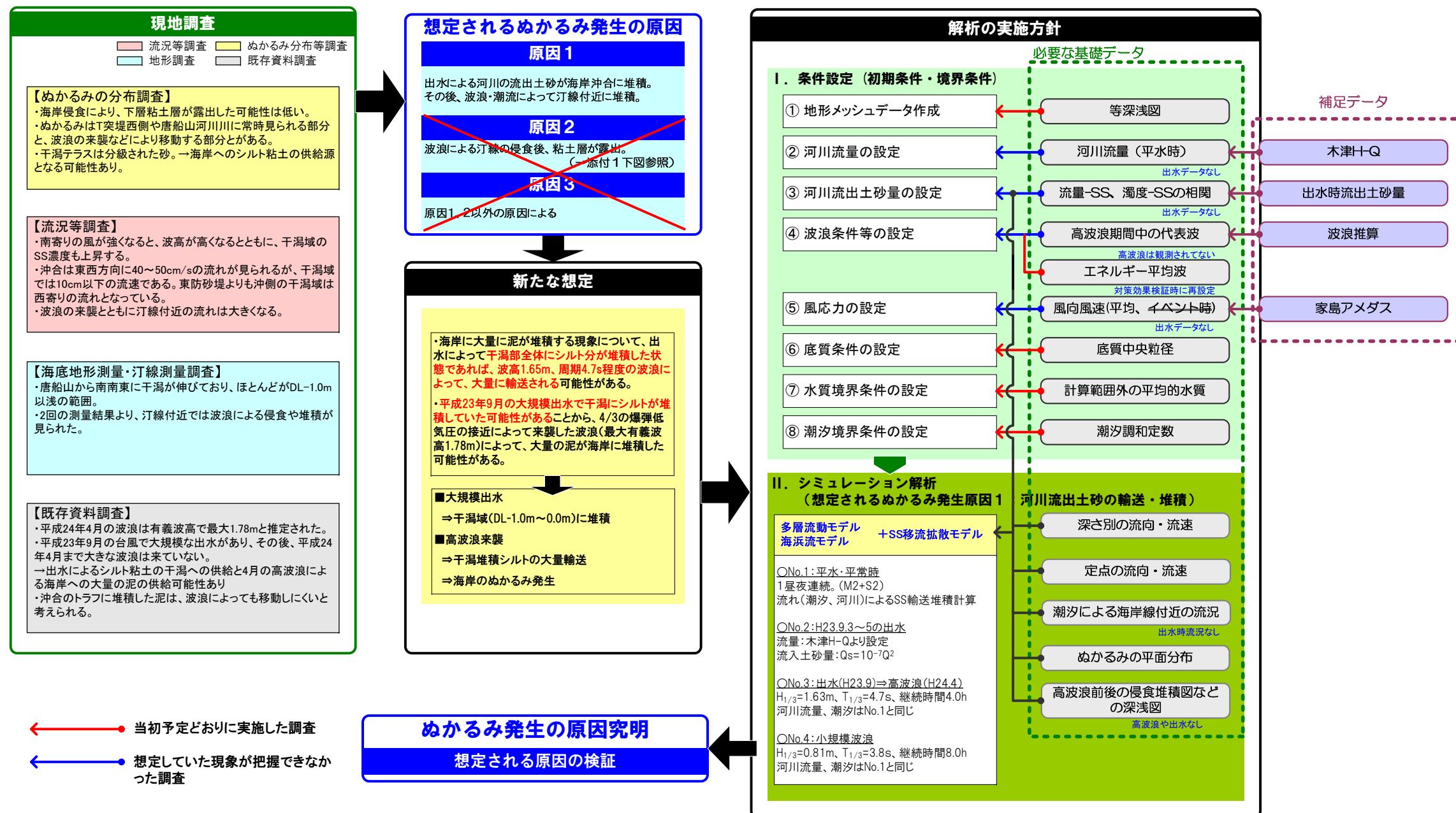


図-3.1 ぬかるみ発生原因究明のための解析実施方針(第1回委員会資料を見直し)

シミュレーションでは、海岸へのシルトの供給経路として大きく2つ(1つは河川からの直接供給、もう一つは河川からの供給土砂が干潟に堆積し、潮流や波浪によって海岸へ輸送)の経路を想定し、対象とする現象は前述したとおり、平常時・平水時(1昼夜)、イベント時のケースとして3つ(表-3.1のNo.2,3,4)を対象とする。

表- 3.1 シミュレーションの概要

区分	No	計算対象外力	計算条件概要						計算モデル	備考	
			対象期間	地形条件	潮汐条件	河川条件	波浪条件	風条件	流動場	SS分布、地形変化	
現況再現	1	平水時、平常時(イベントなし)	1昼夜	現況	M2+S2	低水流量13.2m ³ /s 流入SS:水質調査結果より設定	なし	なし	多層流動モデル SS移流拡散モデル		
	2	河川出水(H23.9.3~5)	3日間程度	現況	M2+S2	高水流量:木津H-Q 流入SS:Qs=10 ⁻⁷ Q ²	なし	家島アメダス	多層流動モデル SS移流拡散モデル		
	3	高波浪(H24.4.3)	4時間程度	No.2の出水 後の地形	M2+S2	低水流量13.2m ³ /s 流入SS:水質調査結果より設定	H _{1/3} =1.63m T _{1/3} =4.7s	家島アメダス	多層流動モデル +海浜流モデル SS移流拡散モデル	波浪による流れへの影響を考慮(ラディエーションストレス)	
	4	通常の波浪	8時間程度	No.4の高波 浪後の地形	M2+S2	低水流量13.2m ³ /s 流入SS:水質調査結果より設定	H _{1/3} =0.81m T _{1/3} =3.8s	現地観測値	多層流動モデル +海浜流モデル SS移流拡散モデル	波浪による流れへの影響を考慮(ラディエーションストレス)	

注)No.2、3はそれぞれ河川出水、高波浪を想定した計算

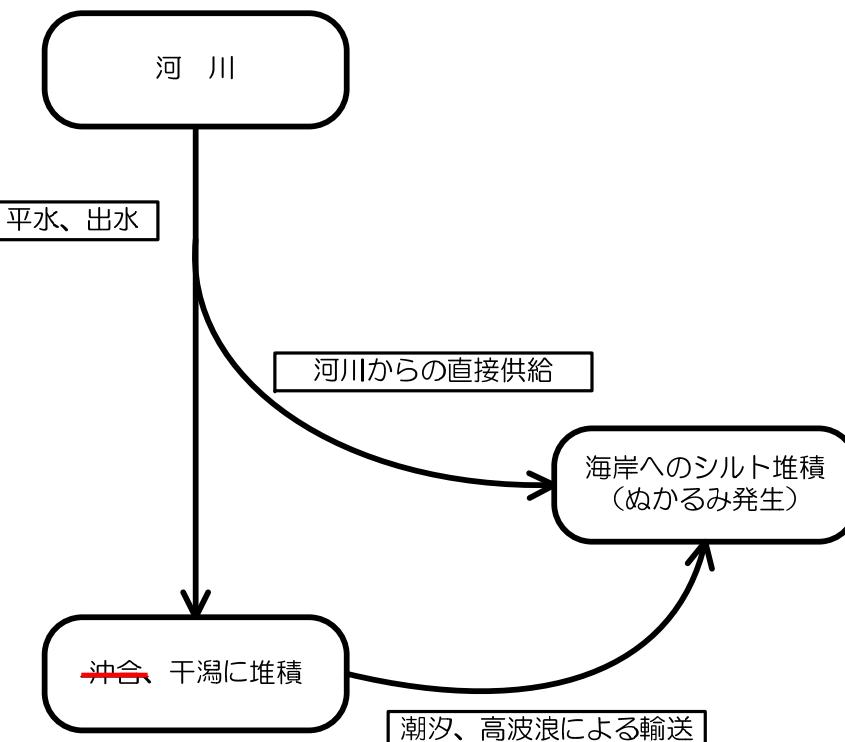


図- 3.2 想定されるシルト輸送経路

3.2 現況再現計算結果

3.2.1 地形条件及び計算メッシュ

海底地形は図-3.3に示すとおりであり、深浅測量9月調査結果を使用した。

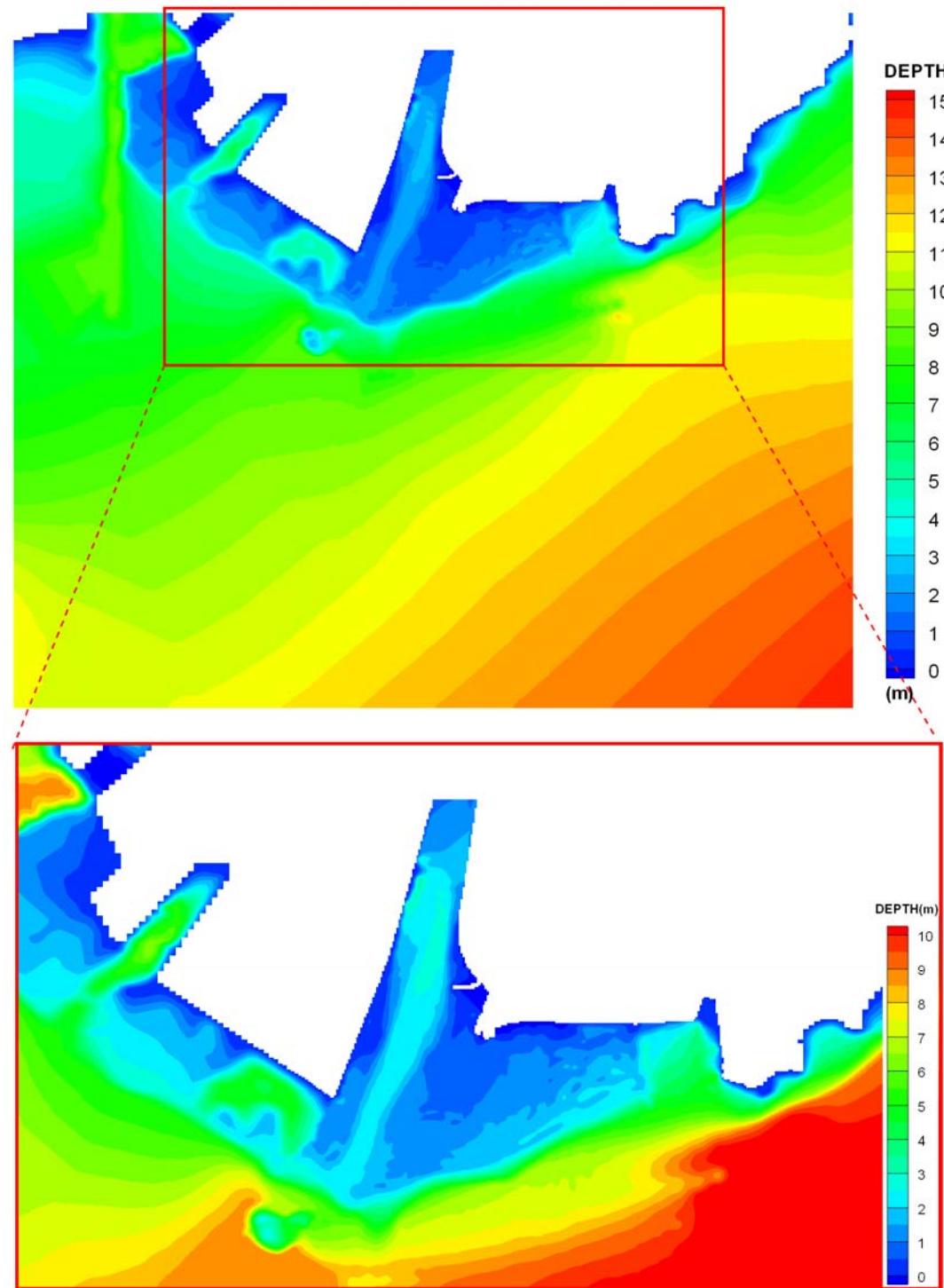
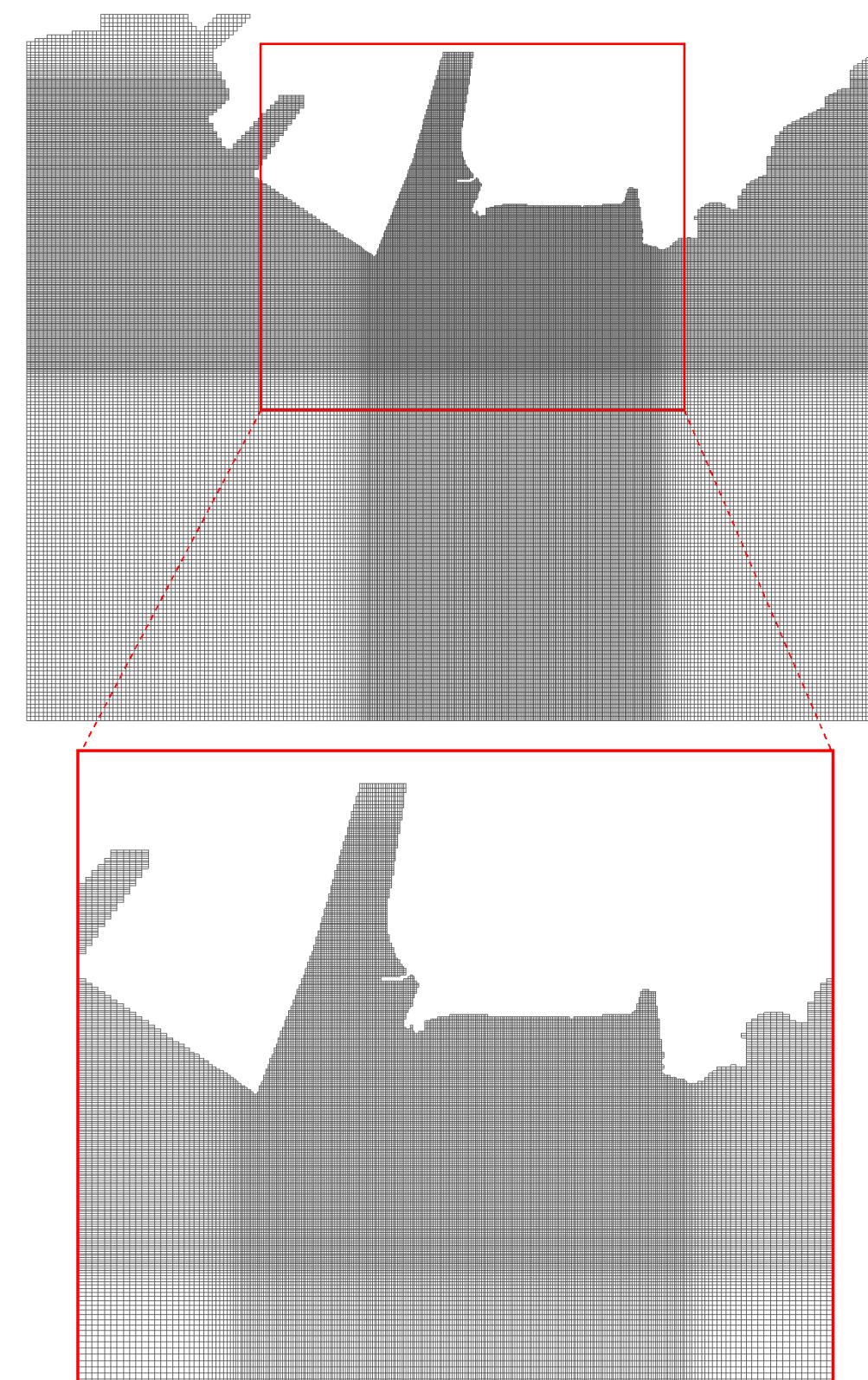


図-3.3 地形データ(上:広域、下:狭域)

計算メッシュサイズは10mと30mを組み合わせて、唐船海岸付近では10m格子となるように設定した。(図-3.4)



3.2.2 再現性の検証

(1) 流動場

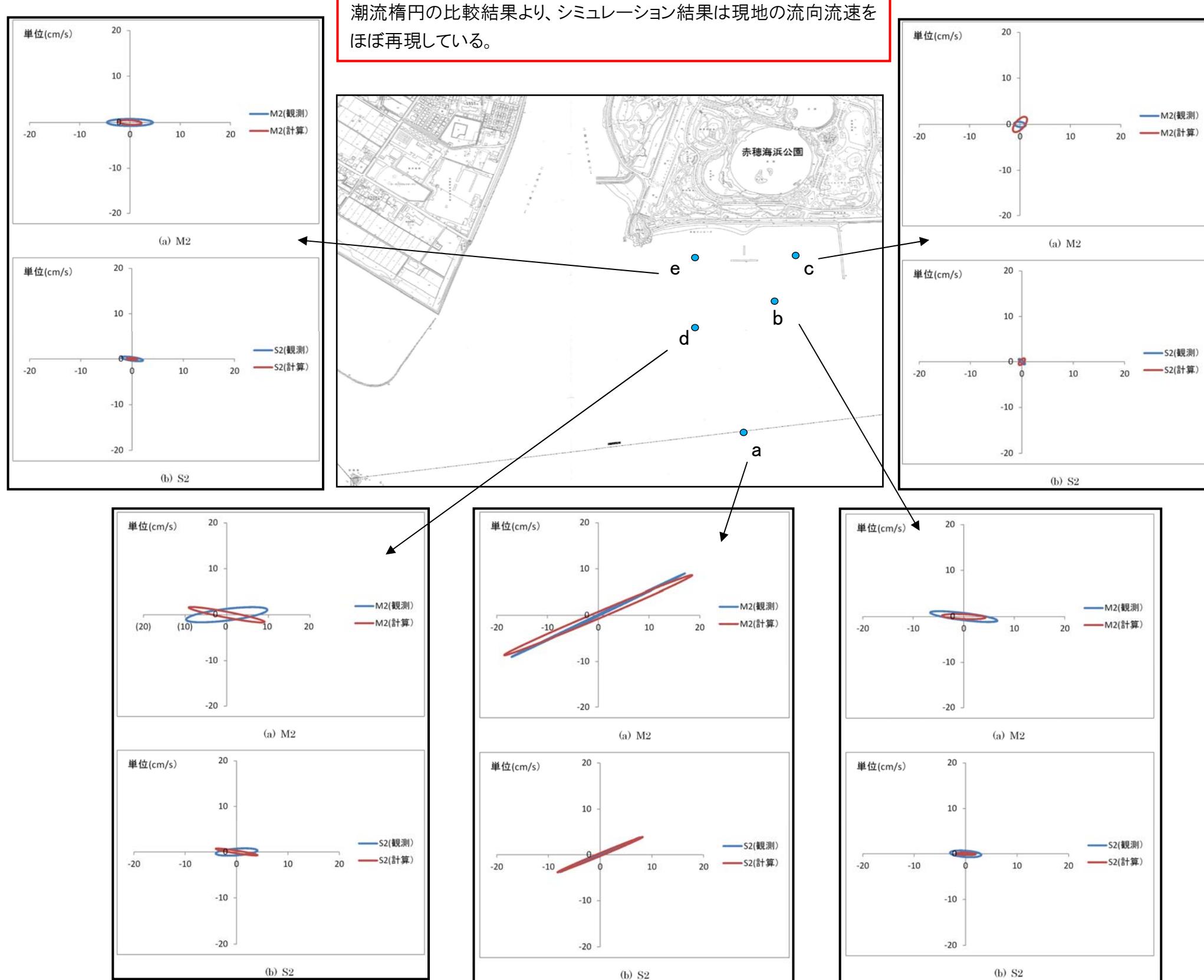


図- 3.5 潮流樁円比較図

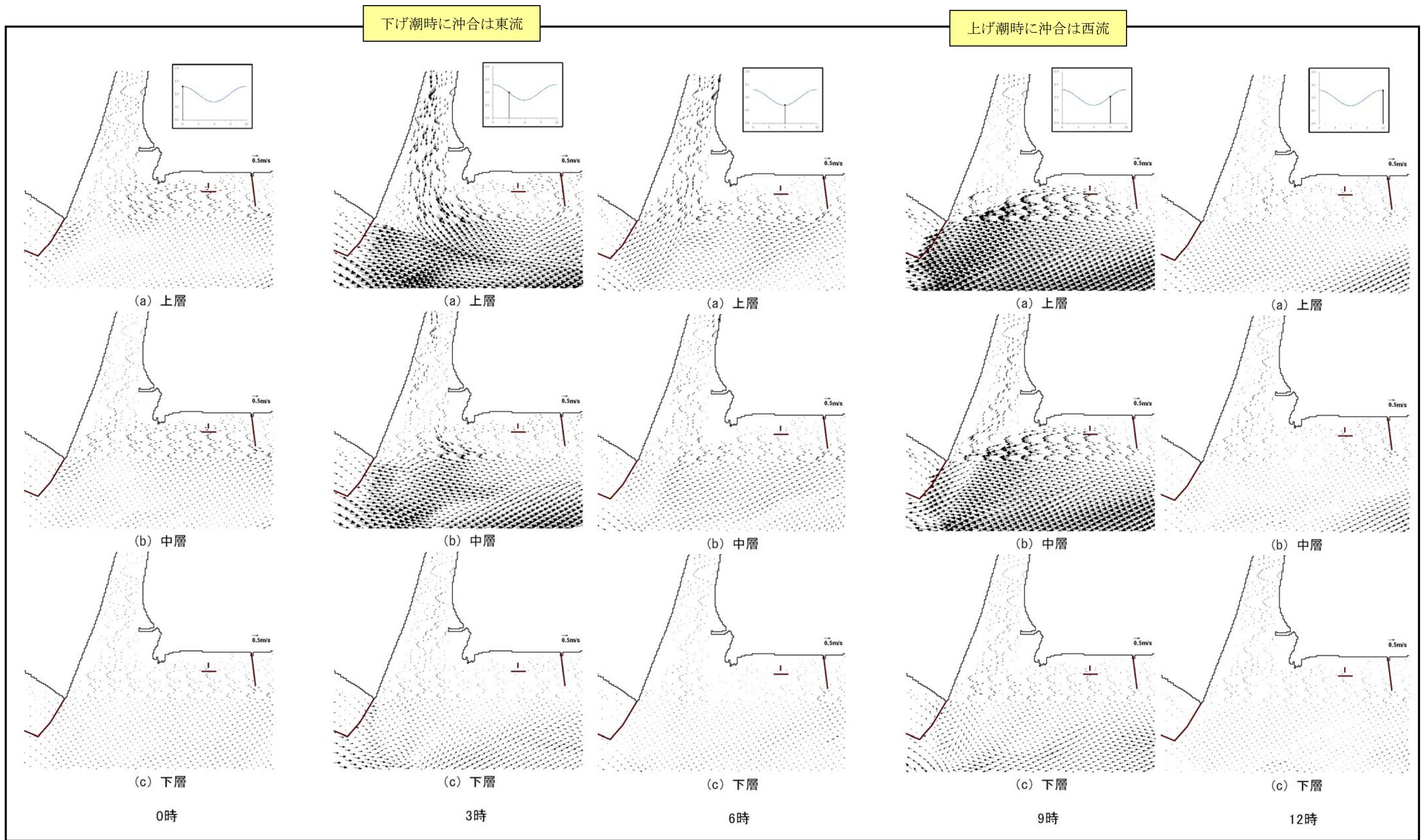


図- 3.6 流速ベクトル図(平均大潮期 M2+S2)

(2) SS 分布

SS 分布は図- 3.7 に示すとおりであり、干潟部の底層で SS 濃度が上昇しており、特に干潮時の 6 時以降の上げ潮から満潮にかけて海岸線に近い箇所で SS 濃度が上昇している。

現地調査結果では、唐船海岸沖の地点で、上げ潮時に SS が高い傾向が見られたので、定性的に傾向は現地と同じ傾向を示していると考えられる。

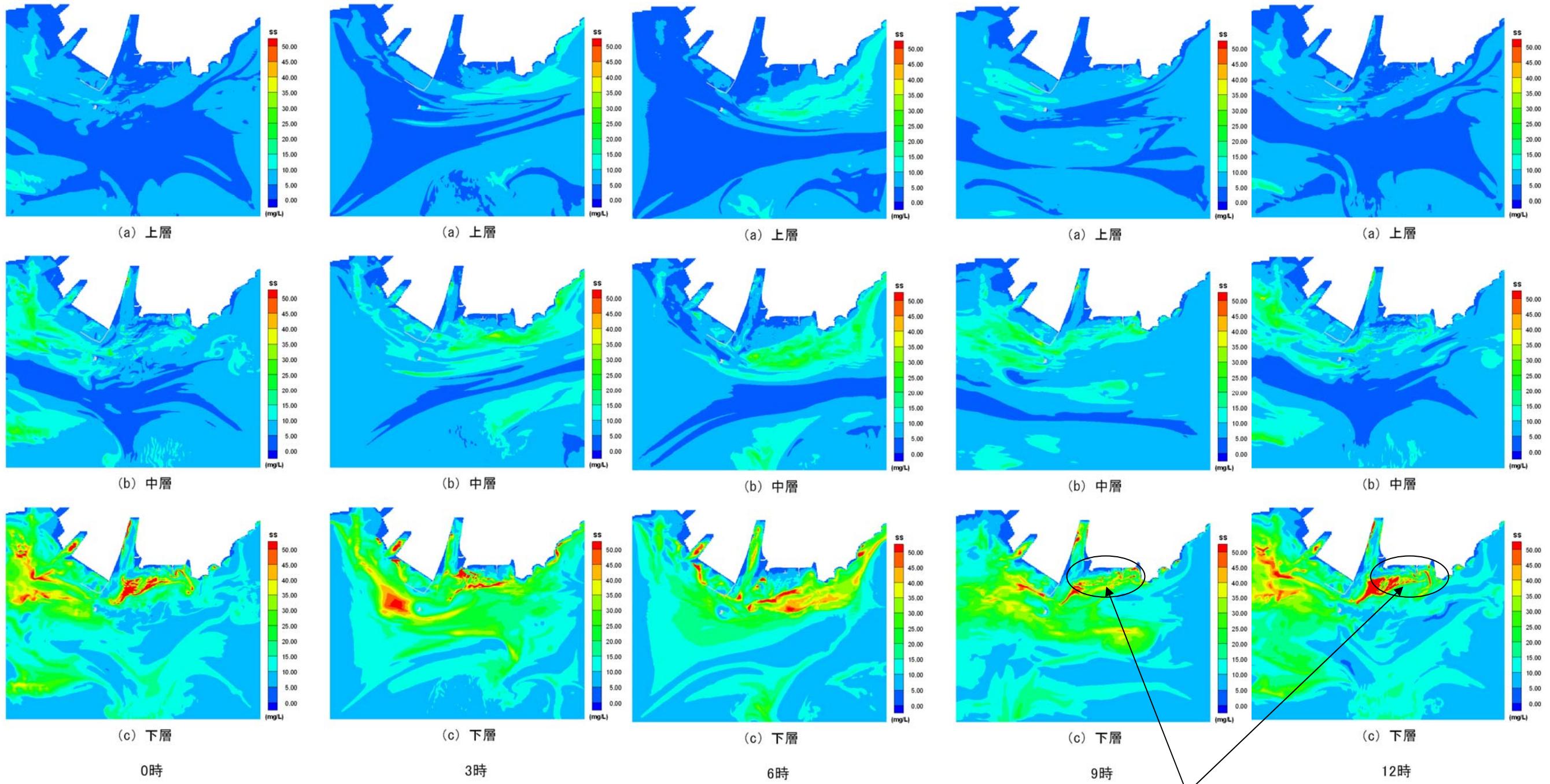


図- 3.7 SS 分布図 (平均大潮期 M2+S2)

上げ潮時～満潮にかけて海岸部に近い箇所で SS 濃度が上昇。

水質調査地点3地点でのss分析結果と計算結果との比較を行った。その結果、平均的には計算値と実測値は同レベルのss濃度であり、時間的な変化についても概ね現地のSSを再現している。

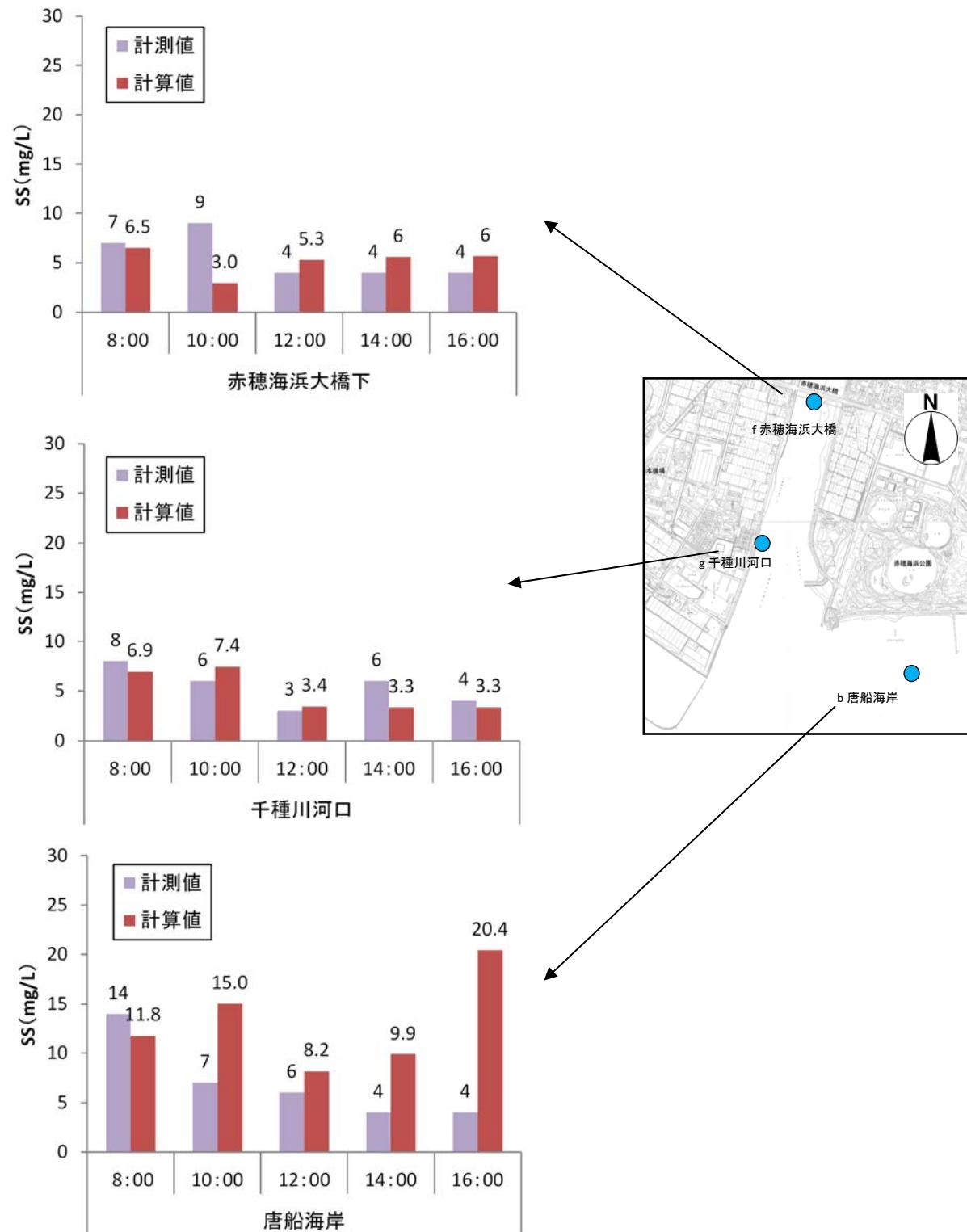


図- 3.8 SS 分布の比較結果

侵食堆積分布は図- 3.8 のとおりである。唐船海岸付近では土5.0cm程度の変化であり、平均大潮期の潮流による地形の変化はほとんど起こらないものと考えられた。

なお、T突堤の周辺は侵食域が広い。ただ一部には、東防砂堤背後、T突堤東西側の汀線付近で堆積域が見られる。河道部は導流堤の南北で堆積傾向となっていた。全体的に堆積量は小さいが、堆積域の分布状況は現地のぬかるみの分布状況とよく似た分布であった。

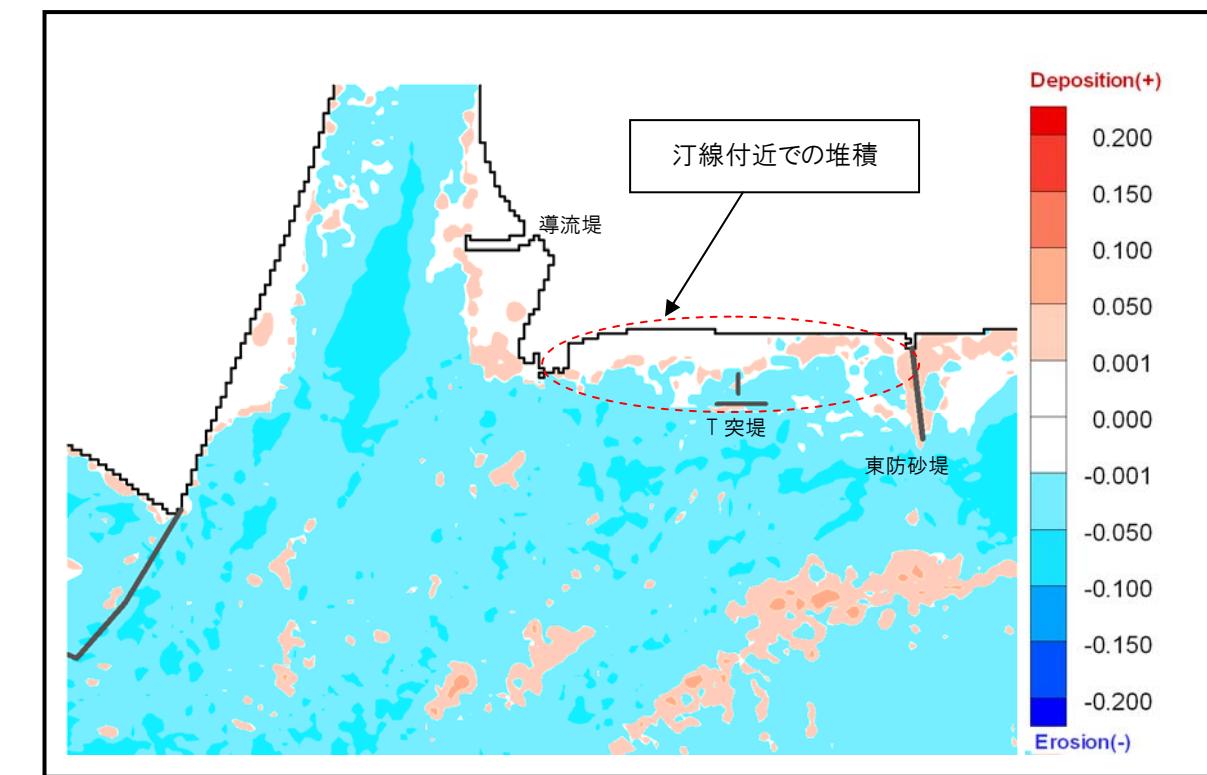


図- 3.9 侵食堆積分布(1昼夜 平均大潮期) 単位:m

(現況再現計算結果(平水・平常時)のまとめ)

通常の潮汐流と河川流による唐船海岸への堆積土砂は5cm以下の厚さである。海岸汀線付近での堆積は見られる。

T突堤の周辺は侵食域が広い。ただ一部には、東防砂堤背後、T突堤東西側の汀線付近で堆積域が見られる。

全体的に堆積量は小さいが、堆積域の分布状況は現地のぬかるみの分布状況とよく似た分布であった。

3.3 出水や波浪を考慮した土砂の移動過程

3.3.1 出水による土砂の移動過程

(1) 計算条件

平成 23 年 9 月 3 日～4 日にかけて観測された日最大降水量 185mm の雨によってもたらされた高水流量によって河川から供給される土砂が、唐船海岸周辺海域にどのように堆積するか検討した。

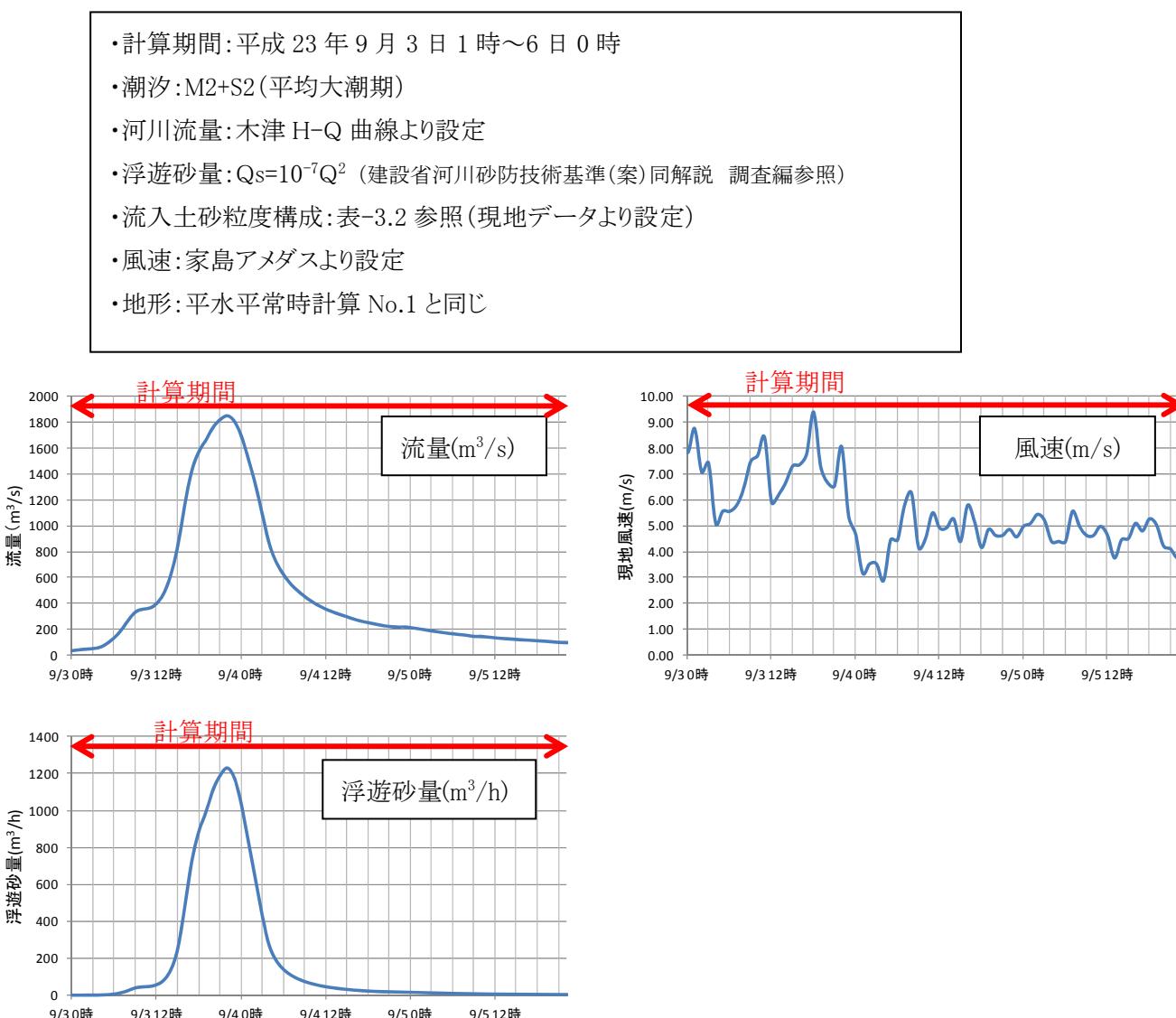


図- 3.10 河川流量、浮遊砂量、風速の設定

(2) 計算結果

出水に伴う流速ベクトルは図- 3.11 に示すとおりである。これより、9月 4 日 0 時の流量ピーク付近の流況を見ると、河川流は主に沖合に流れるが、一部は干潟域や海岸に向かう流れが見られる。

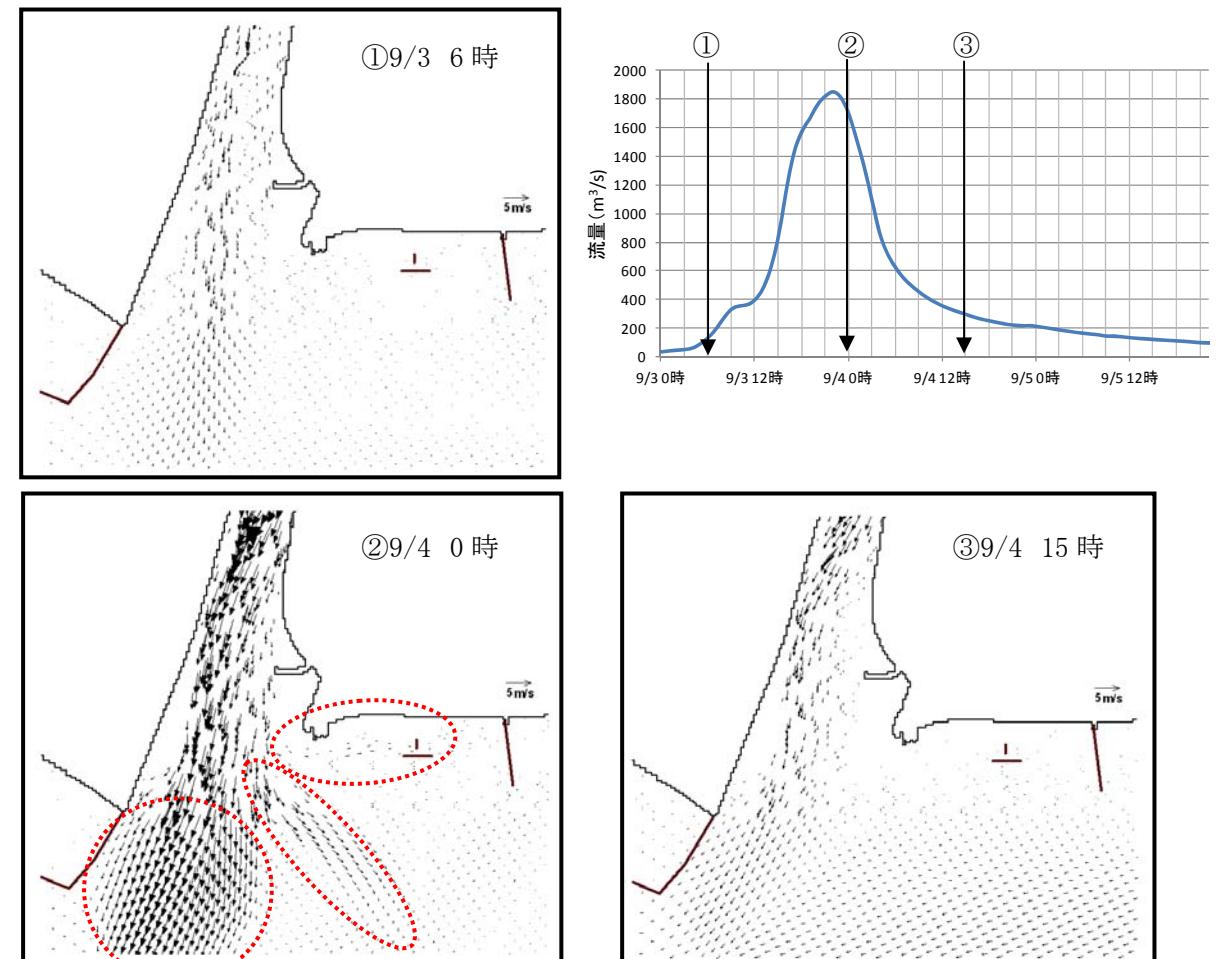


図- 3.11 出水時流況の変化(上層)

表- 3.2 流入土砂粒径の構成

mm	μm	通過質量百分率%
0.7262	726.2	100.0
0.0305	30.5	65.6
0.0024	2.4	27.0

※現地底質調査結果より設定

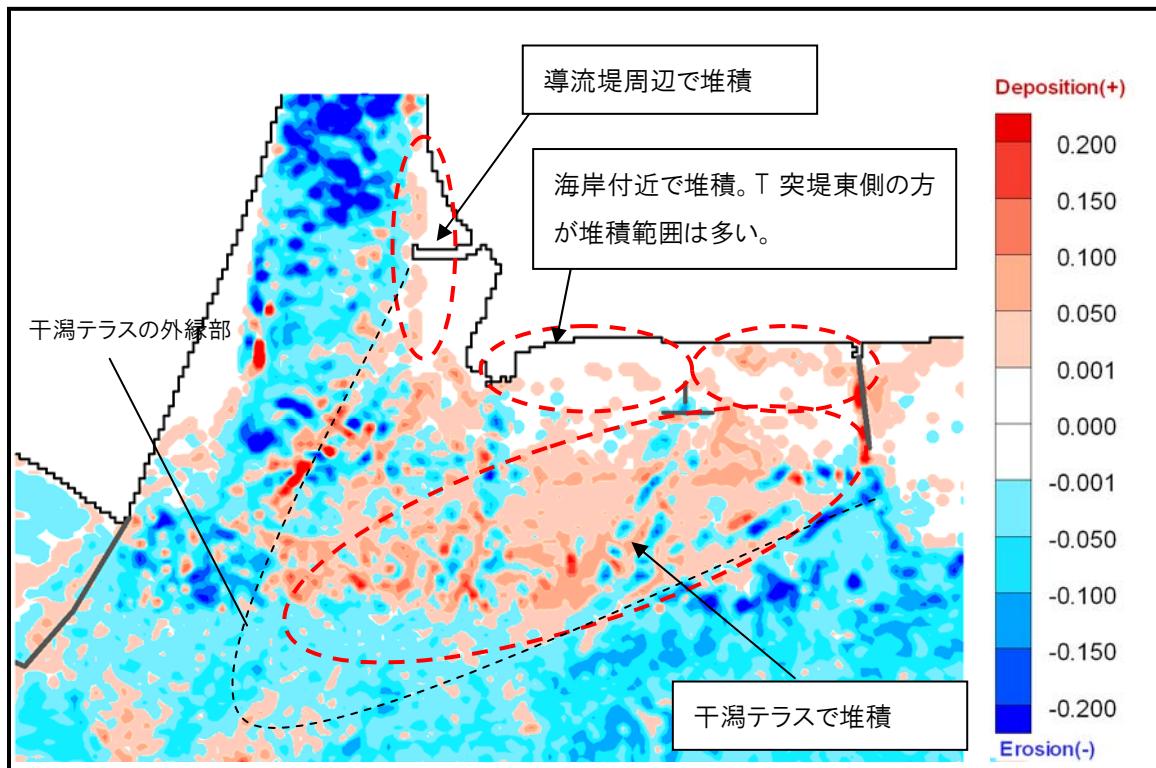


図- 3.12 侵食堆積分布図(河川出水後) 単位:m

(河川出水による地形変化のまとめ)

- ・出水によって干潟テラスへ土砂が堆積し、さらには海岸付近へも土砂供給がある。
- ・河川左岸側の導流堤周辺では、堆積傾向が見られる。

3.3.2 高波浪による土砂の移動過程

(1) 計算条件

出水後の地形を初期地形条件として、高波浪の作用による干潟域の土砂の挙動についてシミュレーションを行った。対象とした波浪は、資料-2で推算した高波浪(平成24年4月3日に接近した低気圧によって生起したであろう波浪)を与えた。

波浪変形計算においては、回折効果を考慮できるエネルギー平衡方程式を用いた。

計算期間:平成24年4月3日10時~13時
波浪諸元:有義波高 1.63m、有義波周期 4.7s、波向 SSE
河川流量:低水流量(13.2m³/s)
潮汐:M2+S2(平均大潮期)
風速:家島アメダスより設定
地形:河川出水後の地形

(エネルギー平均波)
有義波高:1.63m
有義波周期:4.7s
波向:SSE

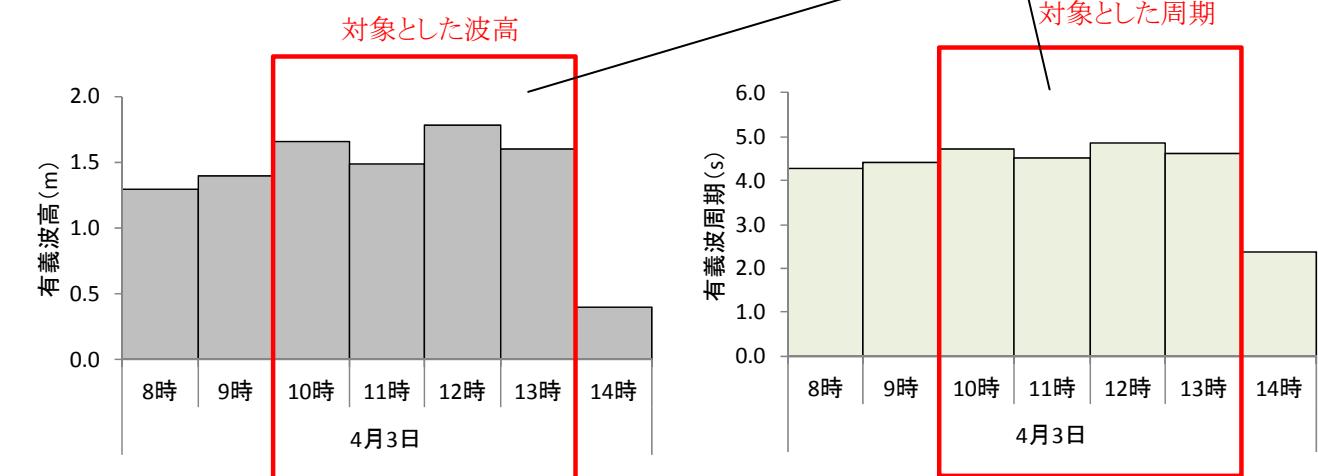


図- 3.13 波浪条件の設定(高波浪)

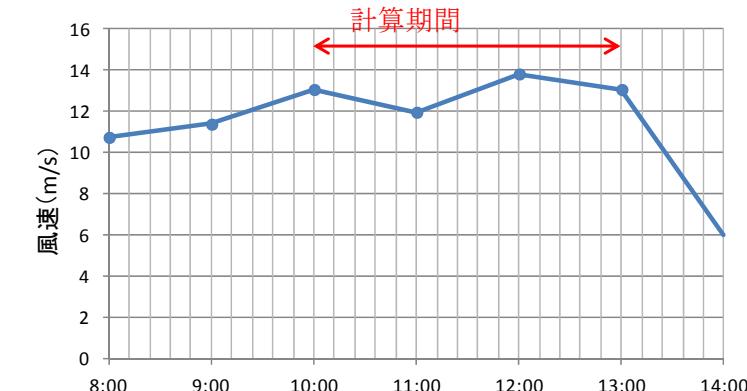


図- 3.14 風速の設定

(2) 計算結果

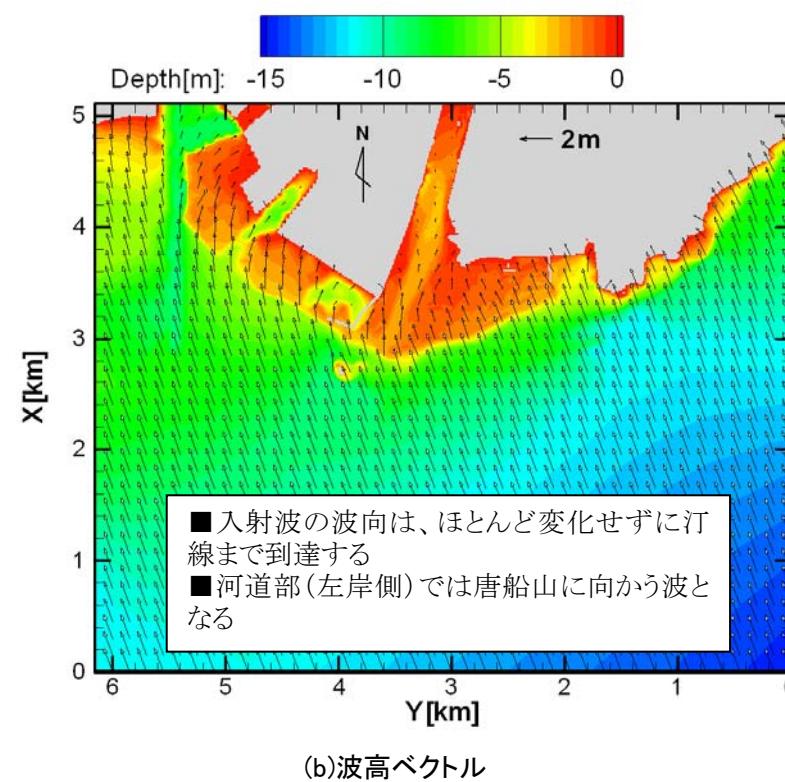
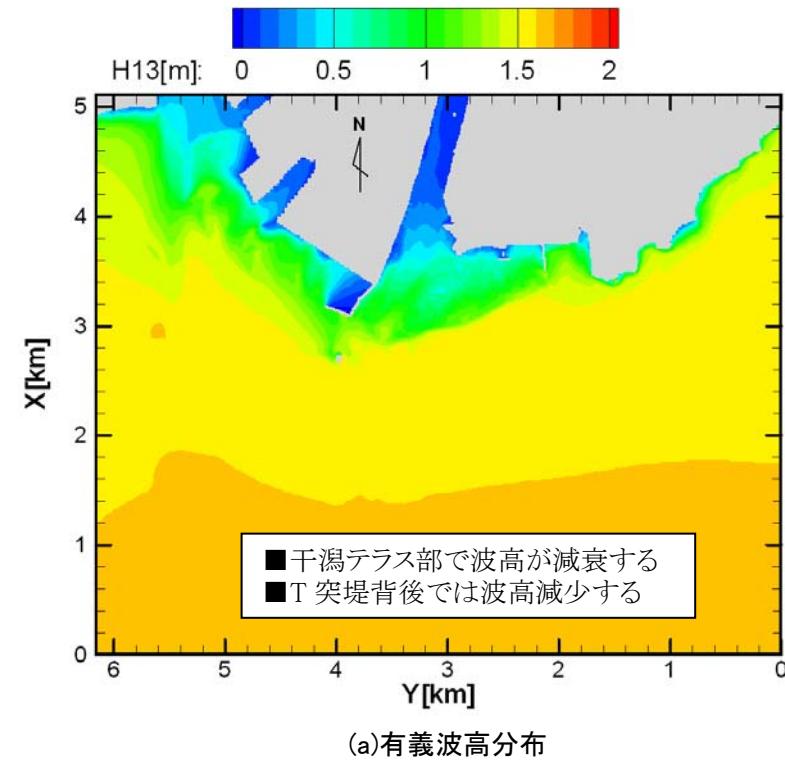


図- 3.15 波浪変形計算結果(高波浪時 $H_{1/3}1.63m$ 、 $T_{1/3} 4.7s$ 、波向 SSE)

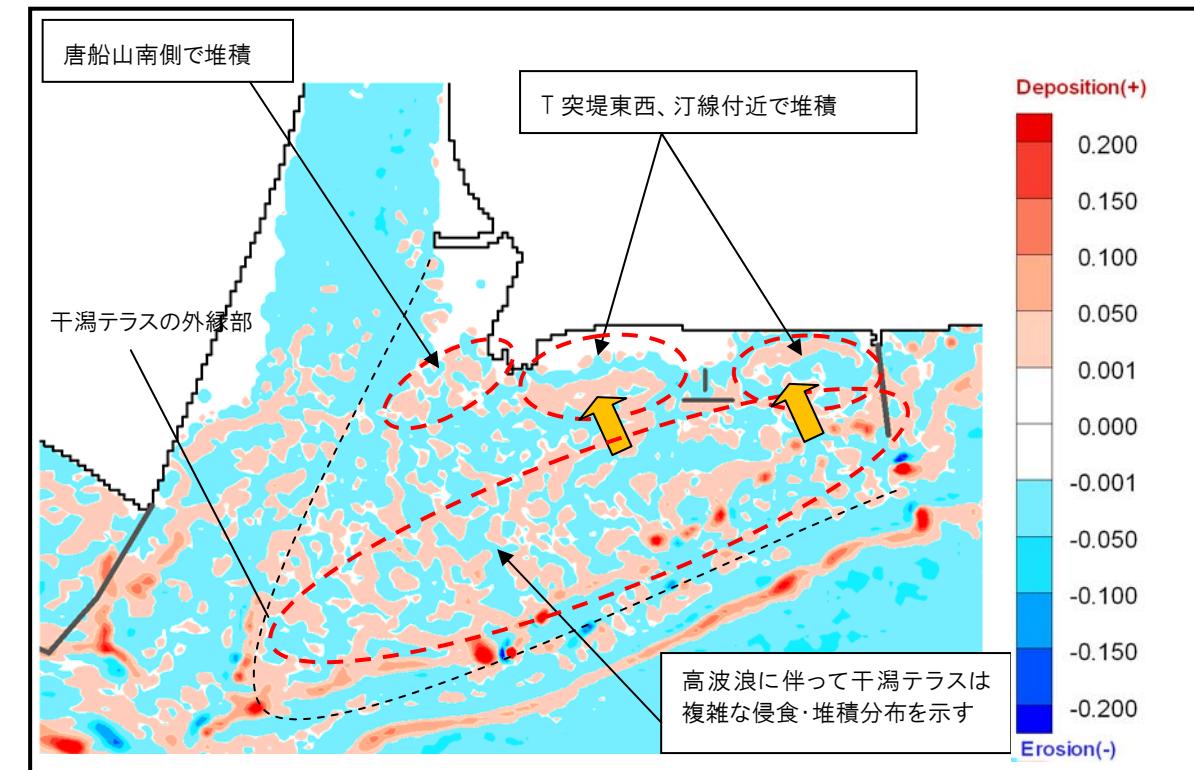


図- 3.16 侵食堆積分布図(高波浪作用後) 単位:m

(高波浪による地形変化のまとめ)

- ・干潟域では高波浪に伴って複雑な侵食堆積分布を示す。
- ・河口部では河道から遡上した波と干潟に南から侵入する波の影響で、唐船山南は堆積域が形成されていると考えられる。
- ・T突堤東西側や汀線付近の堆積域は、T突堤沖側の土砂が輸送されたものと考えられる。
- ・全体的に河川出水で堆積した干潟域の土砂は、高波浪の作用で周辺に拡散して、干潟では侵食堆積傾向が複雑になる。また、T突堤周辺及び汀線付近では堆積傾向が見られる。

3.3.3 小規模波浪による土砂の移動過程

(1) 計算条件

現地調査において、南寄りの風が強くなったとき、有義波高が1.0m前後となる波浪が観測されている。(資料-2参照)その中で、平成24年10月22日に波浪が来襲した後、ぬかるみが移動していたことから、小規模な波浪が来襲した場合にも、ぬかるみが移動することが確認された。

ここでは、小規模な波浪を現地観測結果より図-3.17のとおり設定し、小規模波浪による土砂の堆積過程について検討した。

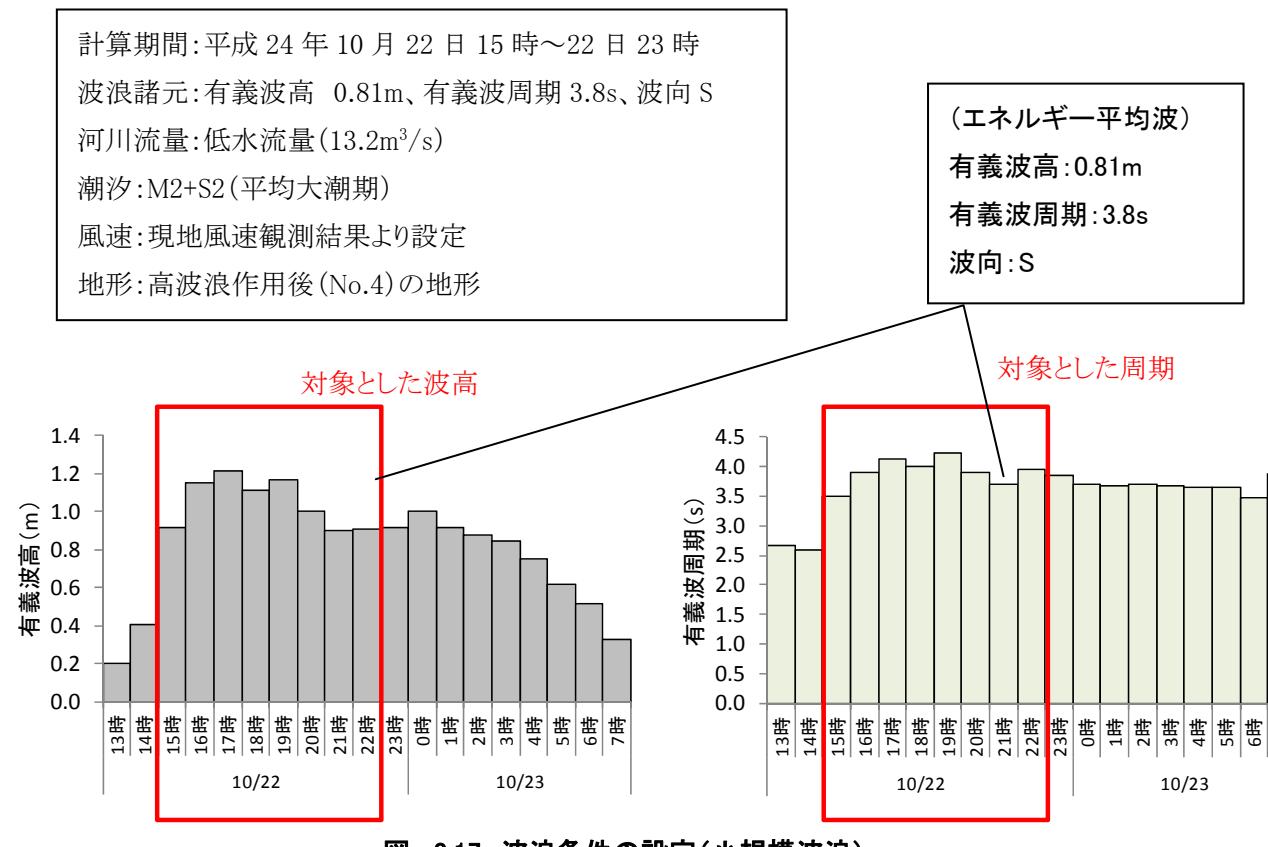


図-3.17 波浪条件の設定(小規模波浪)

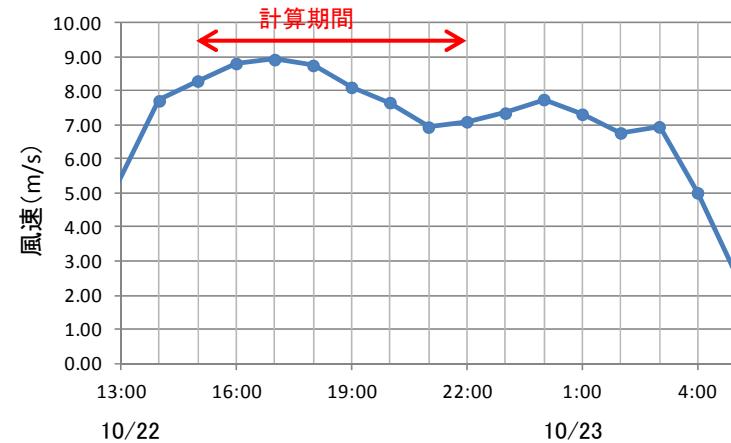


図-3.18 風速の設定

(2) 計算結果

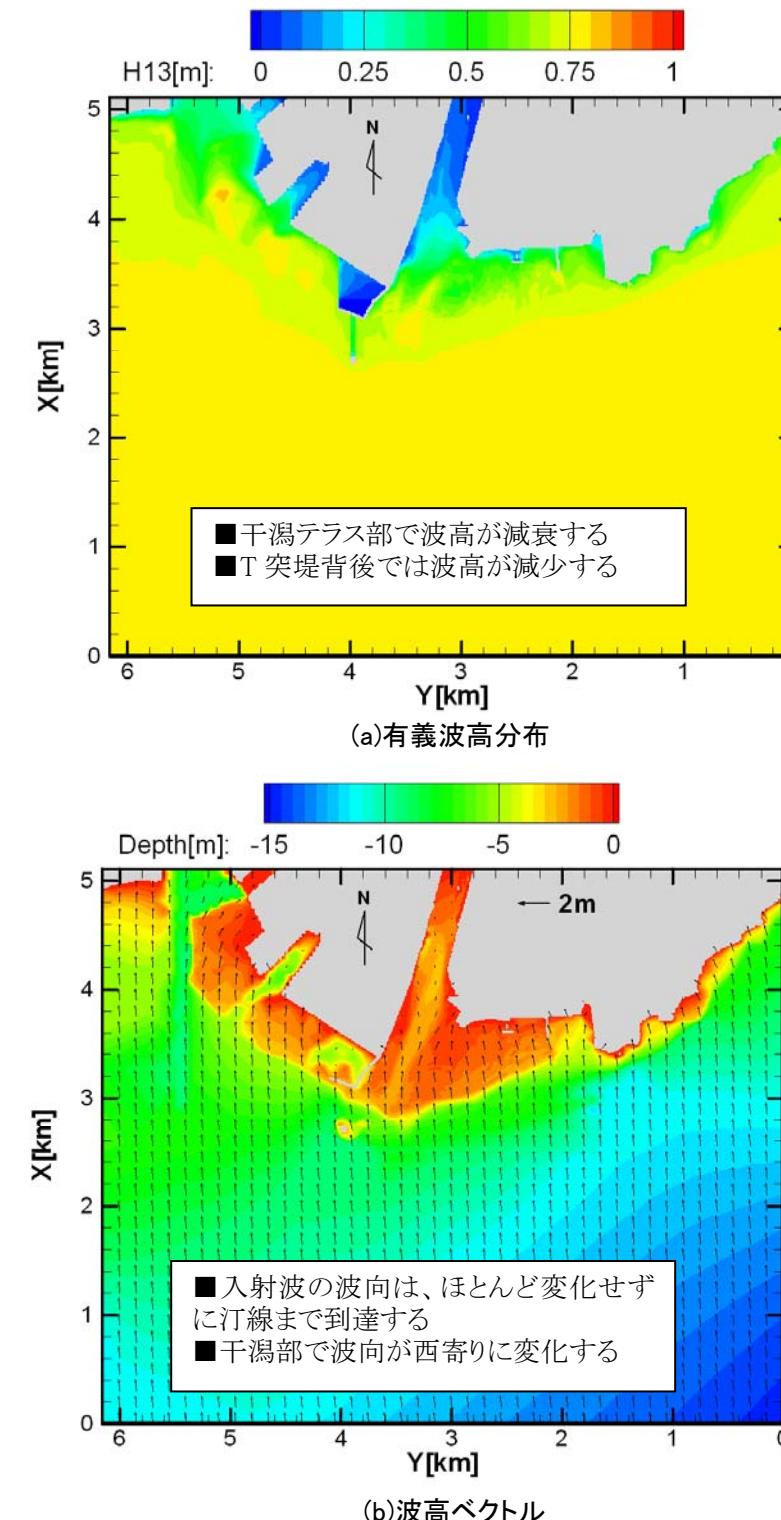


図-3.19 波浪変形計算結果(小規模波浪 H_{1/3}0.81m, T_{1/3} 3.8s、波向 S)

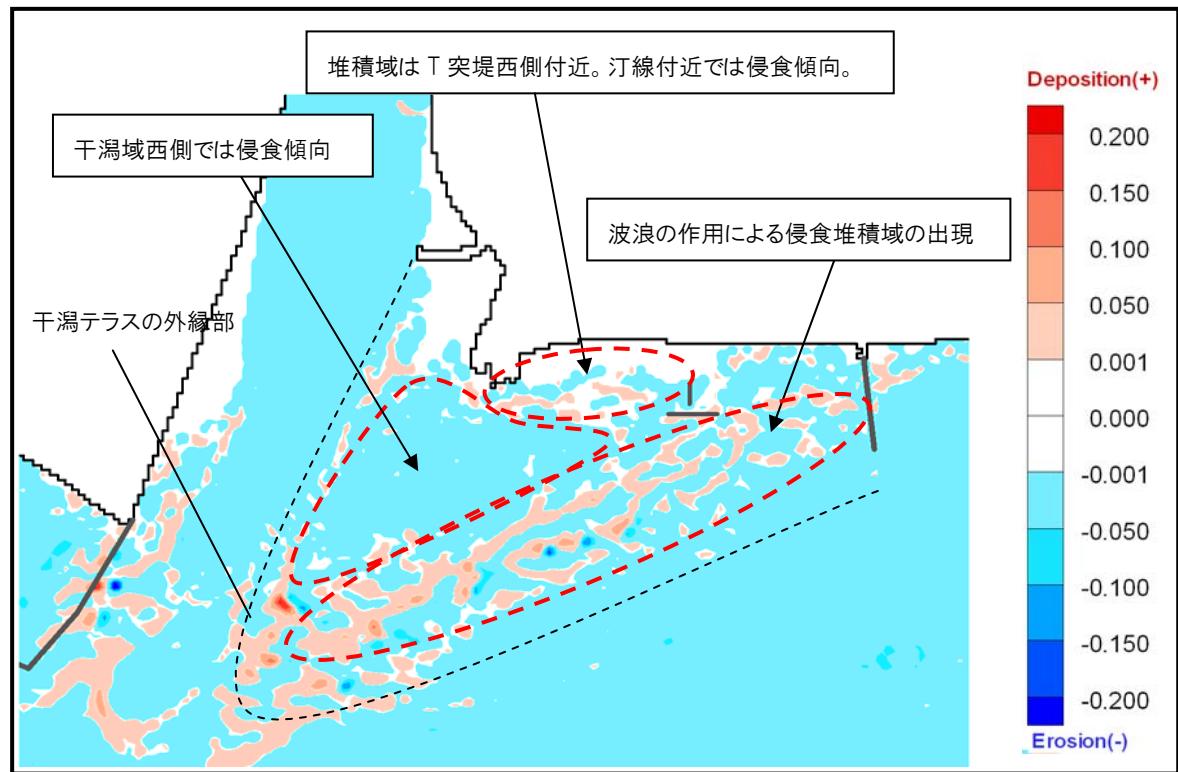


図-3.20 侵食堆積分布図(小規模波浪作用後) 単位:m

(小規模波浪による地形変化のまとめ)

- 干潟域西側ではほとんどのエリアで侵食傾向であり、潮汐の影響も受けた土砂が岸側や沖合に輸送されるものと考えられる。
- T突堤東側汀線付近の堆積は、東防波堤西側の侵食域の土砂が堆積したものと考えられる。
- T突堤西側では堆積が見られるが、汀線付近では侵食傾向となっている。

3.4 ぬかるみ発生の原因について

3.4.1 既存資料整理及び現地調査結果の整理

- 土質調査結果より、波浪により海底面が侵食され、下層の粘土層が露出し、ぬかるみが発生した可能性は低い。
- 既存資料及び波浪観測結果より、過去 10 年間で来襲した波浪を推算した結果、最大で有義波高 2.77m、有義波周期 5.8s であり、この波浪による底質移動限界水深はシルト粒子に対して約 3.7m である。すなわち、沖合に堆積した泥が波浪によって大量に海岸へ輸送される可能性は低いと考えられる。
- ぬかるみは、低気圧の接近によって波高が高くなると移動しやすく、柱状採泥結果からも海岸部の表層泥は移動しやすいものと考えられる。
- 出水によるぬかるみ拡大の状況は、今回は観測されなかった。

3.4.1 シミュレーション結果の整理

(平水・平常時)

- T 突堤の周辺は侵食域が広い。ただ一部には、東防砂堤背後、T 突堤東西側の汀線付近で堆積域が見られる。
- 全体的に堆積量は小さいが、堆積域の分布状況は現地のぬかるみの分布状況とよく似た分布であった。

(河川出水後)

- 出水によって干潟テラスへ土砂が堆積し、海岸付近にも土砂供給がある。
- 河川左岸側の導流堤周辺では、堆積傾向が見られる。

(高波浪作用後)

- 全体的に河川出水で堆積した干潟域の土砂は、高波浪の作用で周辺に拡散して、干潟では侵食堆積傾向が複雑になる。また、T 突堤周辺及び汀線付近では堆積傾向が見られる。

(小規模波浪作用後)

- T 突堤西側では堆積が見られるが、汀線付近では侵食傾向となっている。

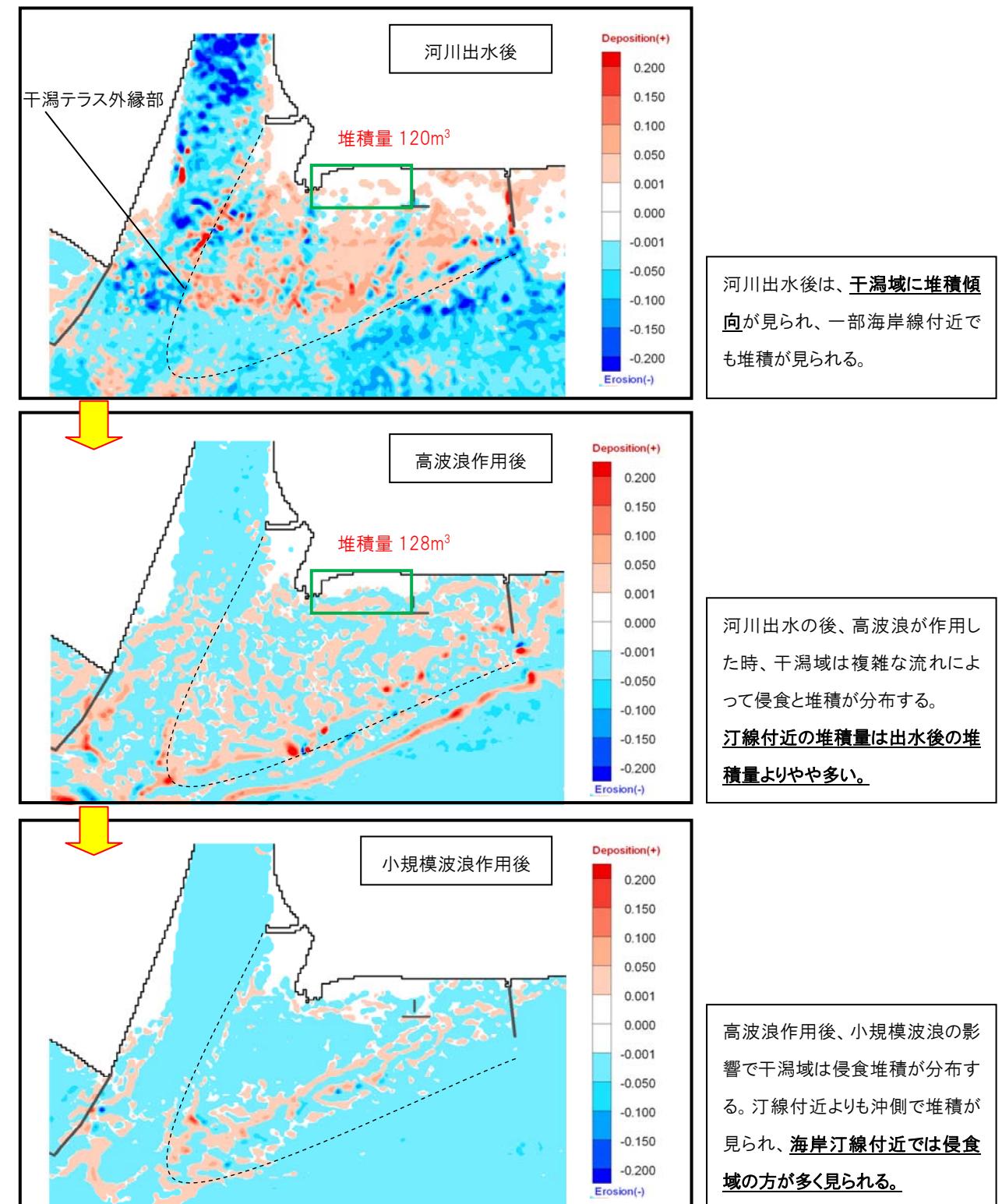


図- 3.21 イベント作用後の侵食堆積分布の変化

3.4.2 ぬかるみ発生原因について

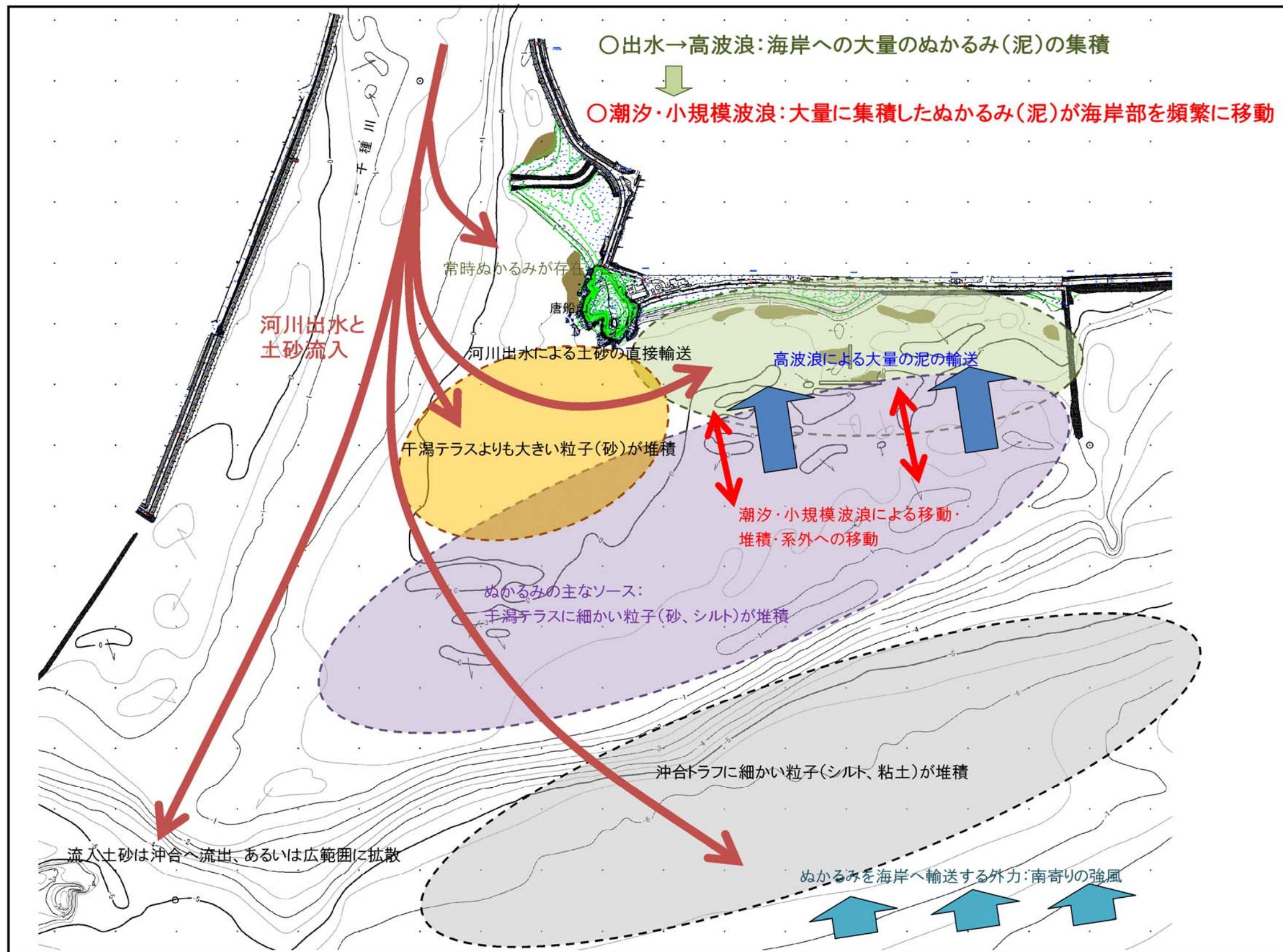


図- 3.22 ぬかるみ発生原因の概要図