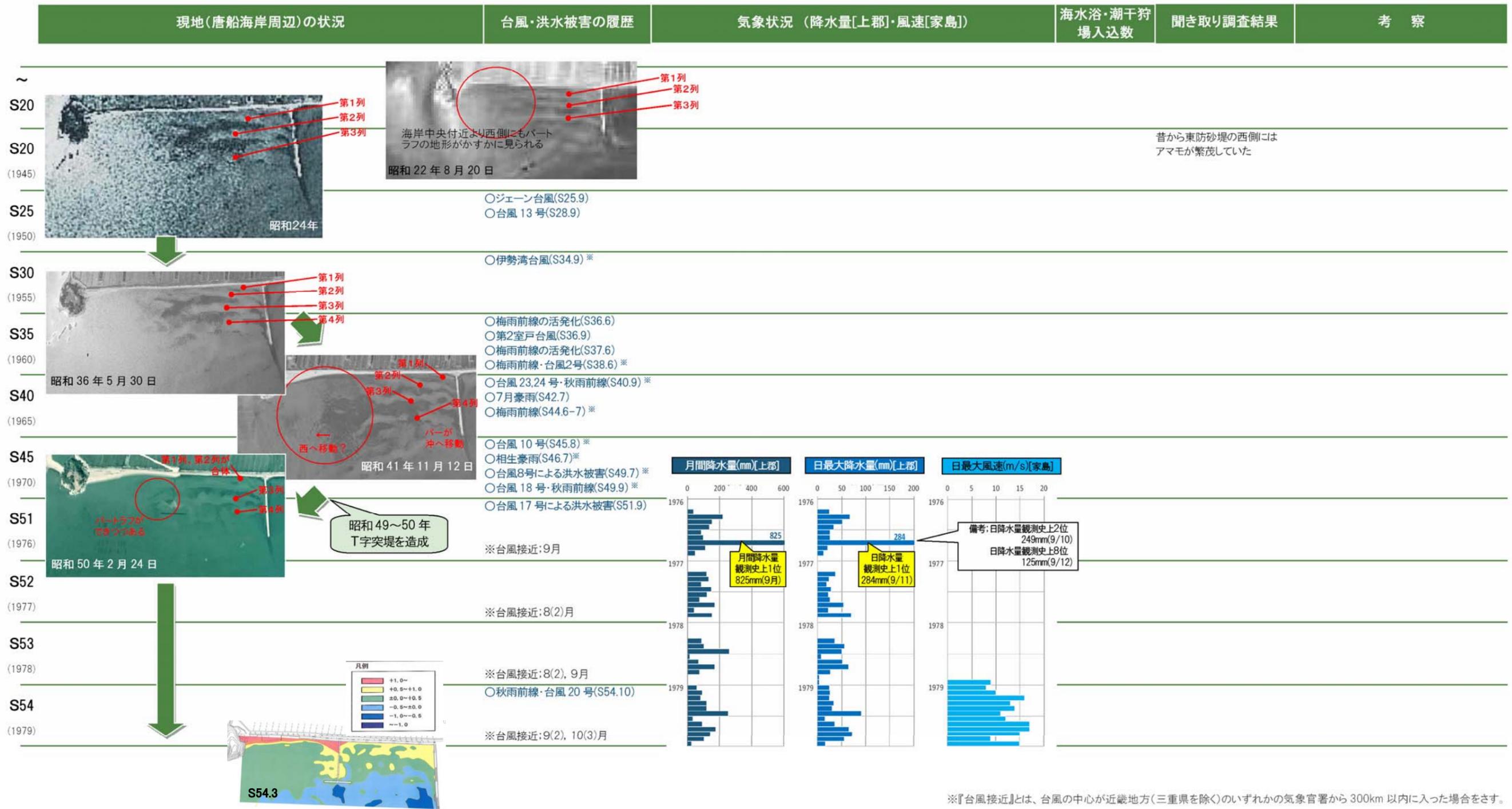


唐船海岸におけるぬかるみ発生原因の究明

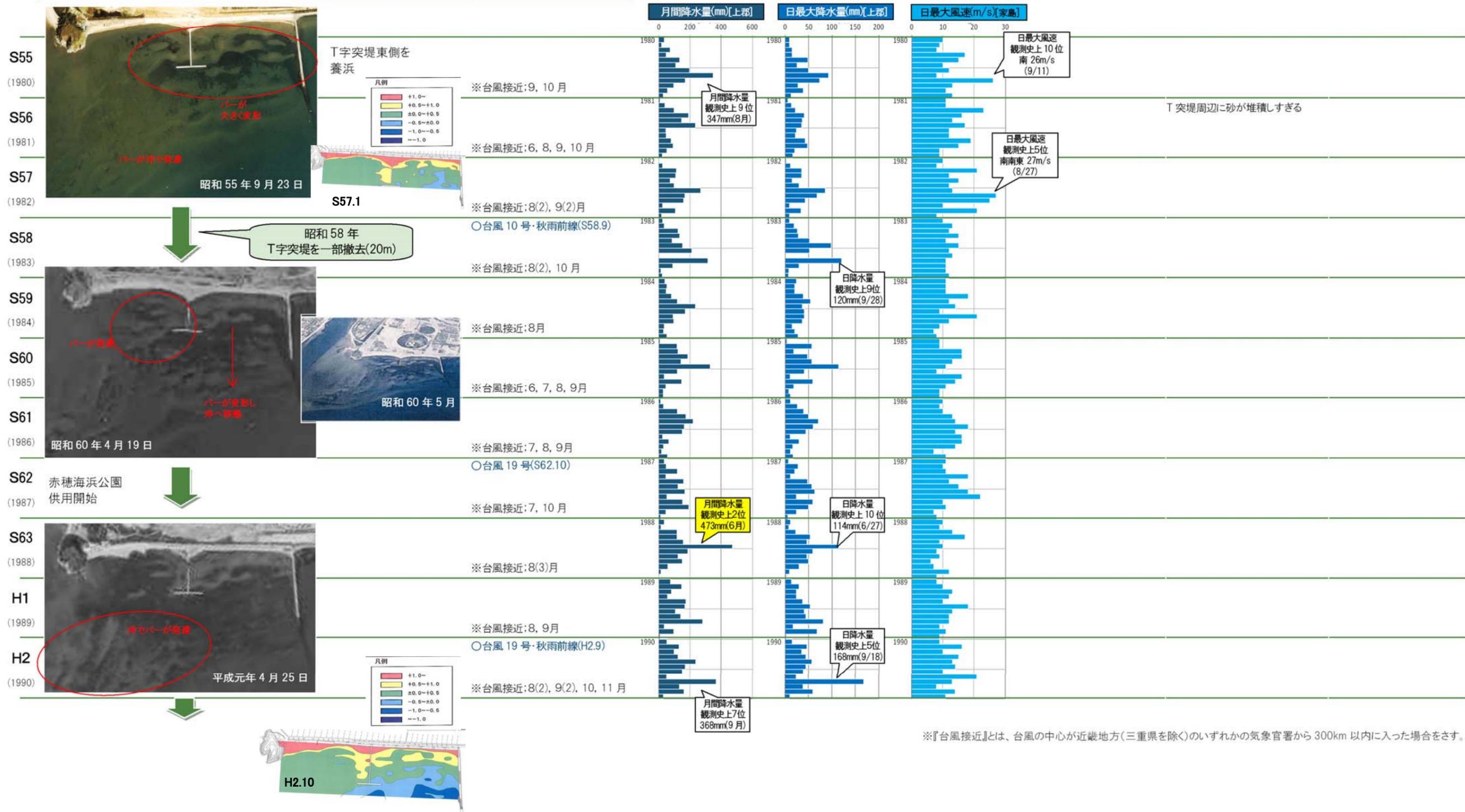
資料-2

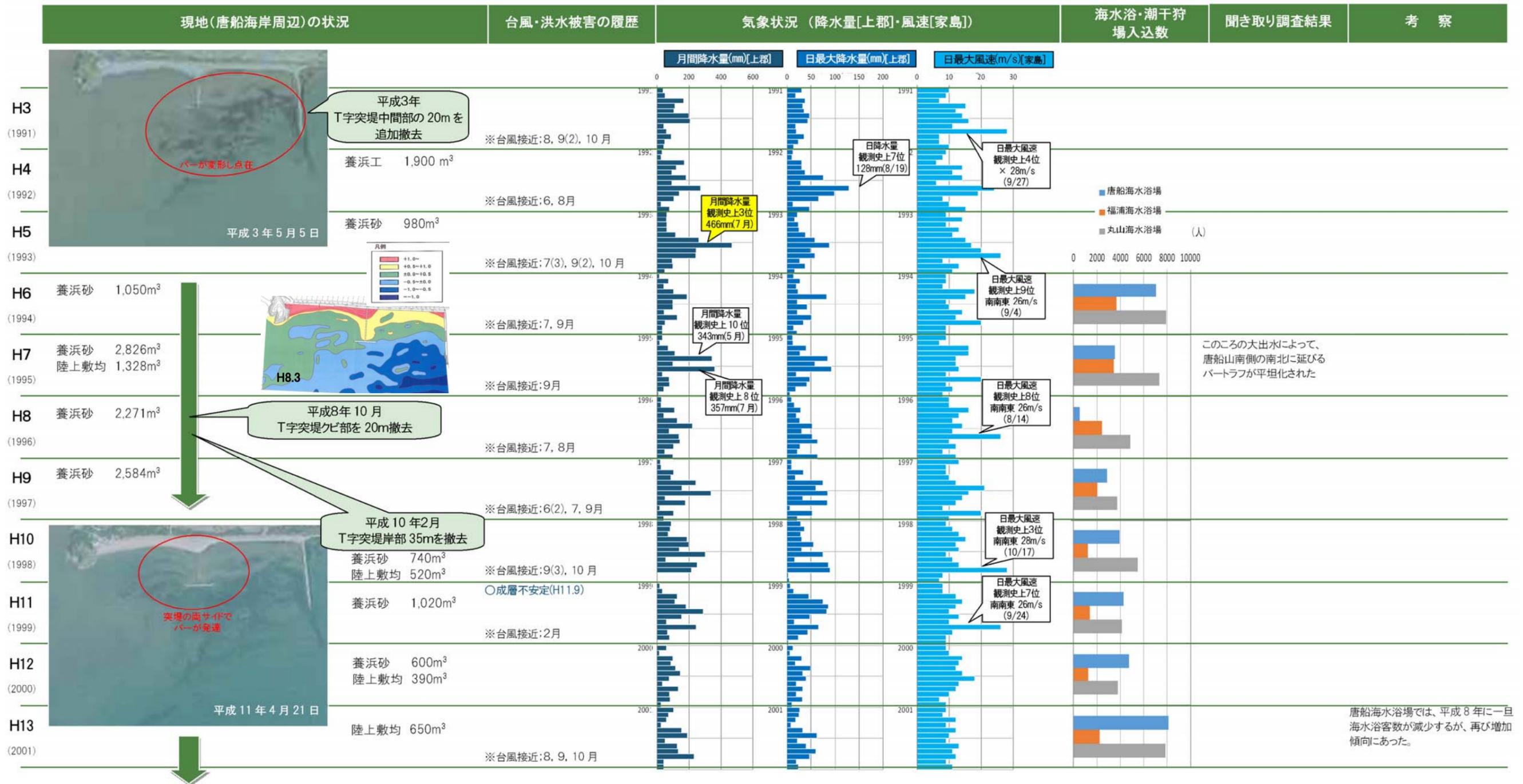
1. 唐船海岸における地形改変履歴と現状



※『台風接近』とは、台風の中心が近畿地方(三重県を除く)のいずれかの気象官署から300km以内に入った場合をさす。

現地(唐船海岸周辺)の状況	台風・洪水被害の履歴	気象状況 (降水量[上郡]・風速[家島])	海水浴・潮干狩場入込数	聞き取り調査結果	考察
---------------	------------	-----------------------	-------------	----------	----





※『台風接近』とは、台風が中心が近畿地方(三重県を除く)のいずれかの気象官署から300km以内に入った場合をさす。



※「台風接近」とは、台風が中心が近畿地方(三重県を除く)のいずれかの気象官署から 300km 以内に入った場合をさす。

- ・昭和 20 年頃から東防砂堤、唐船海岸中央付近にパートラフが存在。T 突堤建設後、パートラフは消滅することなく、存在。T 突堤の形状が変更されながら、現在は横一文字、縦部一部が残された状態。
- ・平成 17 年～19 年にかけて、唐船山南の沖に大型土嚢が設置されたが、波浪などの影響で崩れた状態(天端高は 20cm 程度)で存在。
- ・その他、養浜砂、養浜工が平成 4 年から平成 15 年まで毎年実施。平成 16 年以降、停止中。
- ・聞き取り調査結果によると、現地海岸でぬかるみが見られるようになったのは、平成 14 年頃で、ひどくなり始めたのは平成 19 年頃。
- ・唐船海岸の海水浴客数は、平成 15 年以降、減少傾向。

2. 現地調査の実施概要

2.1 平成 24 年度調査

平成 24 年度調査項目及び時期は、図- 2.1 に示すとおりである。主な調査は 9 月～12 月にかけて実施した。この期間中は 10/10、22、27～28、11/17 に南からの風がやや強くなったが、大きな出水はなく、イベントは発生していない。また、12 月～2 月は 1 回／月の頻度でぬかるみ分布定期観測を実施し、3 月以降はぬかるみ分布定期観測に加え、追跡調査として濁度観測、捕砂調査、砂面変動調査を開始した。

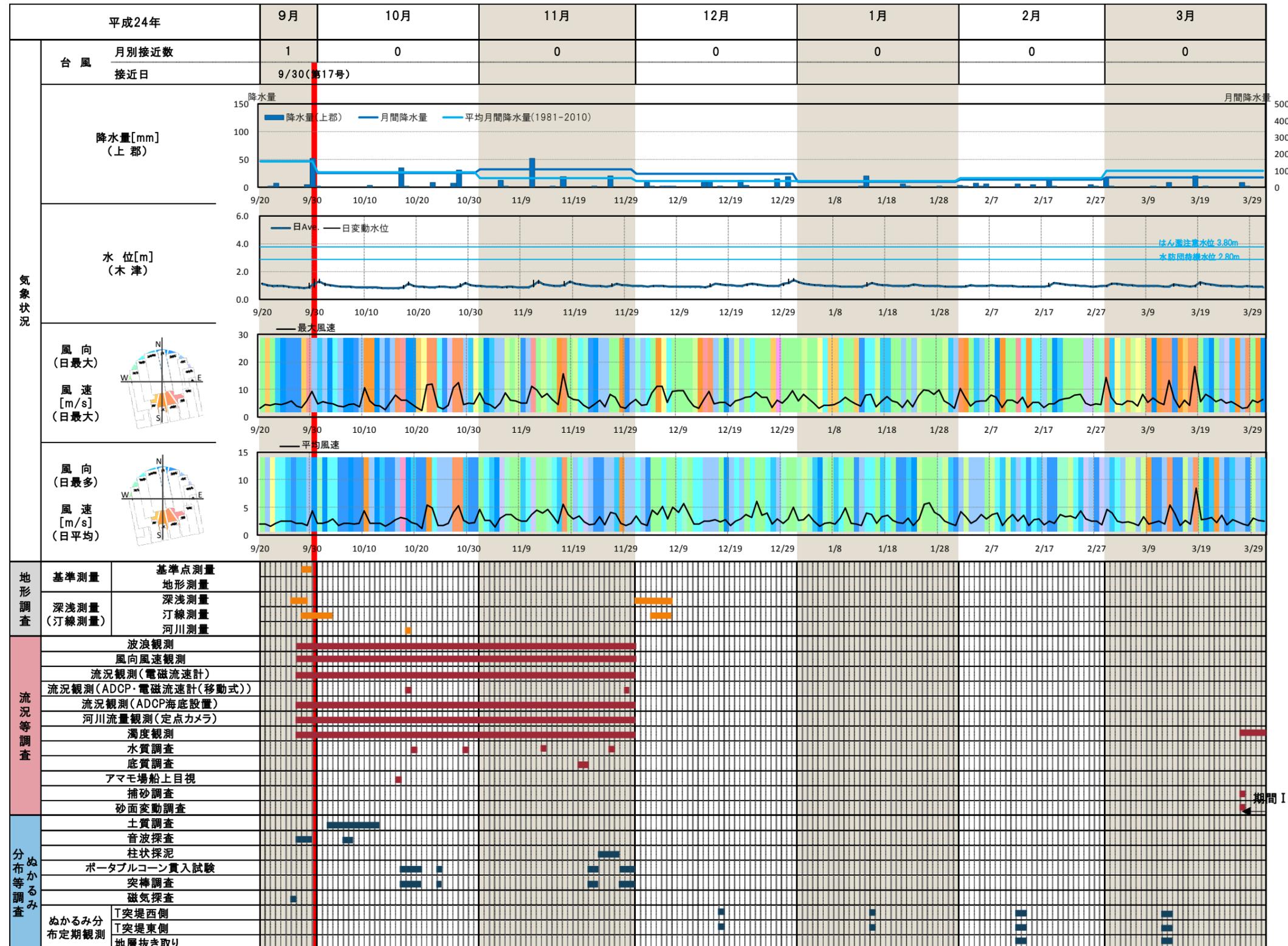


図- 2.1 平成 24 年度調査実施状況

【地形】

- ・河口部は右岸に干拓地があり、左岸は唐船山から干潟が広がっている。
- ・河口部左岸には排水路がある。
- ・唐船山から舌状に砂州が形成。
- ・東防砂堤付近は、唐船山付近よりも水深が深い。
- ・T 突堤周辺は地盤高が高い。
- ・唐船山東側からT 突堤までの汀線形状は安定している。
- ・唐船山～T 突堤の干潟ではバートラフが形成。
- ・唐船山南沖に低天端の大型土嚢投入跡がある。

【底質】

- ・DL+0.0m～-1.0m の干潟テラスは分級された砂。
- ・T 突堤よりも陸側の干潟底質は細砂で、唐船山～T 突堤のぬかるみ場所ではシルト粘土分が多い。
- ・沖合トラフは、粘土質の底質。

【波浪・流況】

- ・5 月頃から 10 月頃までは南からの波浪。
- ・潮流は東西方向に流れ、干潟域では西寄りの流れが卓越する。
- ・河川流は上げ潮、下げ潮にかかわらず、唐船山から東に向かう流れ。
- ・南寄りの波浪が強くなると、海岸部の流れは南北成分が強くなり、T 突堤東側で波浪の影響を受けやすい。

【ぬかるみ分布】

- ・ぬかるみは、消滅することはない。
- ・T 突堤西側では、表層砂の移動や系外からの泥の輸送によってぬかるみ分布が変化。バートラフのトラフ部にぬかるみが堆積。
- ・T 突堤東側では、ぬかるみは点在し、ほとんど移動しない。
- ・唐船山西側、T 突堤背後の軟弱なぬかるみは、固定化されて存在。

【その他】

- ・アマモ場が存在し、T 突堤東側で濃生。

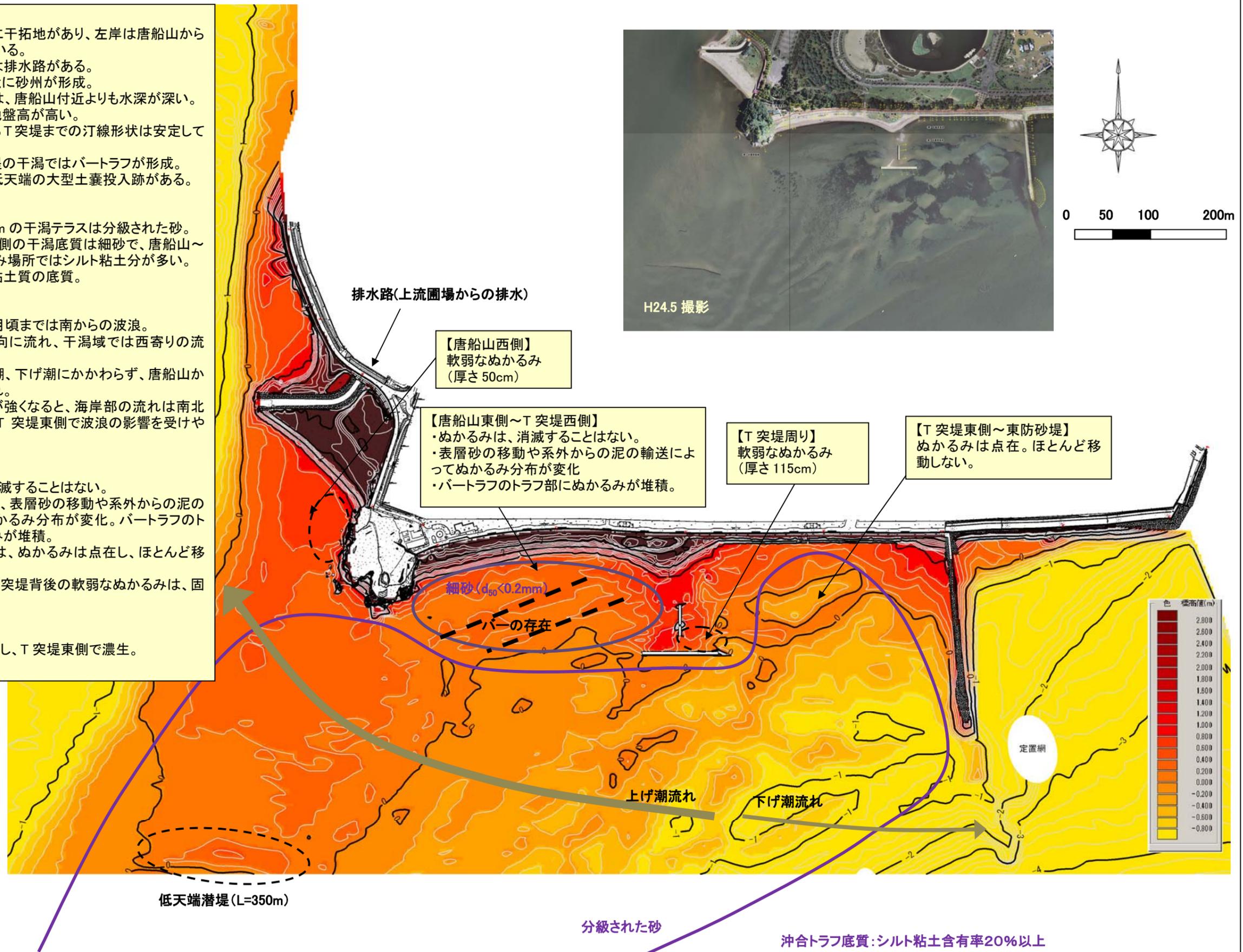


図- 2.2 平成 24 年度調査結果の概要

2.2 平成 25 年度調査

平成 25 年度調査項目及び時期は図- 2.4 に示すとおりであり、ぬかるみ定期分布調査、捕砂調査、濁度観測、水質調査、砂面変動調査を実施した。調査結果の整理に当たっては、捕砂調査及び砂面変動調査時期より、期間 I ～ XI に区切って整理した。各期間の気象・海象の状況は以下のとおりである。

(唐船海岸における気象・海象の状況 2013 年 3 月 27 日～)

期間 I (3/27～4/9): 南寄りの風は小さく、期間全体では波は小さかったと考えられた。4/6 頃に一時的に風が強くなり、波高 0.68m 程度の波が来襲していたと考えられた。河川出水は無かった。

期間 II (4/9～4/25): 4/24 は 17m/s の非常に強い風 (SSE) が観測されており、このとき波高約 1.41m の波が来襲していたと考えられる。4/24 から降雨による河川水位の上昇が見られ、4/25 に木津水位観測地点では約 1.0m 程度の水位上昇が観測された。

期間 III (4/25～5/9): 4 月後半には、一時的に波高 40～50cm 程度の波が来襲したが、5 月上旬には静穏な状態が続き、期間内は比較的静穏な期間であったと考えられる。河川出水も見られなかった。

期間 IV (5/9～5/24): 5/10、15、18～19 にかけて、南寄りの風が強くなり、0.70～0.90m 程度の波が来襲したと考えられ、特に、大きい波が来襲したのは 5/19 頃と考えられる。期間中、河川出水は無かった。

期間 V (5/24～6/7): 5/24～5/29 にかけて波高 0.50m～1.00m 程度の波が継続して来襲しており、波浪の影響が比較的大きかった期間と考えられる。

期間 VI (6/7～6/24): 6/9 に波高 0.70m 程度の波浪が来襲したと考えられるが、比較的静穏な期間であったと考えられる。期間中、上郡で 163mm と比較的まとまった雨が降り、6/19 には日降水量 62.5mm と期間中最も多かった。

期間 VII (6/24～7/7): 6/30～7/3 にかけて、波高 0.50m 以上の波が継続して来襲していたと考えられ、最大で 0.95m 程度の波浪が来襲したと考えられる。比較的波浪の影響が大きかった期間と考えられる。また、期間中、上郡で 113mm と、比較的まとまった雨が降り、6/26 には日降水量 73mm と期間中最も多かった。

期間 VIII (7/7～7/22): 比較的静穏な期間であったと考えられる。また、本期間中の降水量は、上郡で 70mm であり、7/14 には日降水量 49.5mm と期間 VIII においては最も多かった。

期間 IX (7/22～8/19): 8/16～19 にかけて南寄りの風が強くなり、8/17 には波高 0.74m の波浪が来襲したと考えられる。期間中の降雨は少なく、河川出水は無かった。

期間 X (8/19～9/12): 8/19,20、8/25、9/2 に波高が高くなり、9/2 には台風 17 号の影響で波高 0.85m の波が来襲したと考えられる。また、8/30～9/4 にかけて集中的な降雨があり、270.5mm を記録した。このうち、9/4 だけで 99.5mm の降雨があった。この降雨によって 9/4～5 にかけて河川水位は 5.18m を記録し、氾濫注意水位 3.8m を大きく上回り、大規模出水となった。

期間 XI (9/12～10/17): 9/15～16 にかけて台風が接近したことで、上郡では 2 日間で 125.5mm の降雨を記録した。河川水位は水防団待機水位 2.8m を上回って、3.13m まで上昇した。また、9/28、10/8～9 に南寄りの風が強くなり、最大 17.7m/s を記録した。この時の有義波高は 1.48m と推算された。

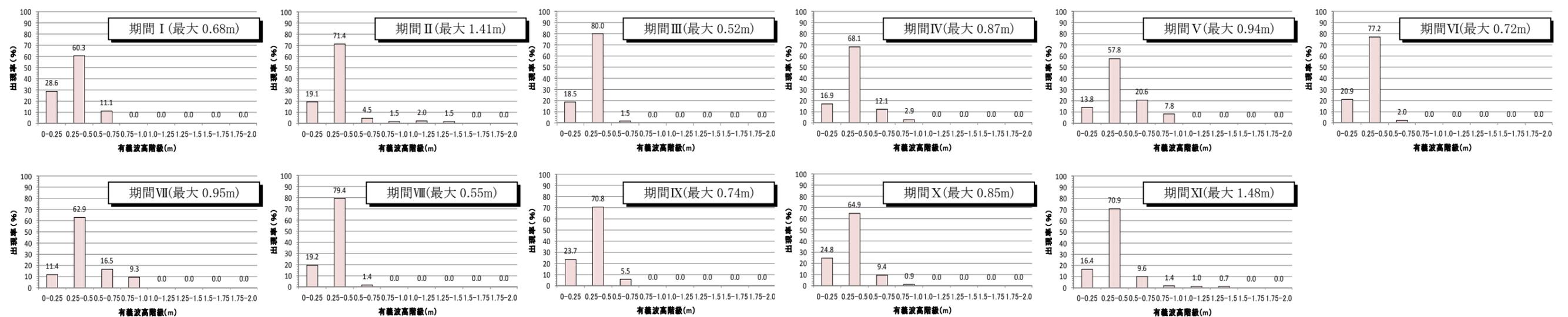


図- 2.3 波浪推算結果(波高階級別出現頻度)

※家島アメダスデータより SMB 法により算定。対象方向は東～南～西方向。

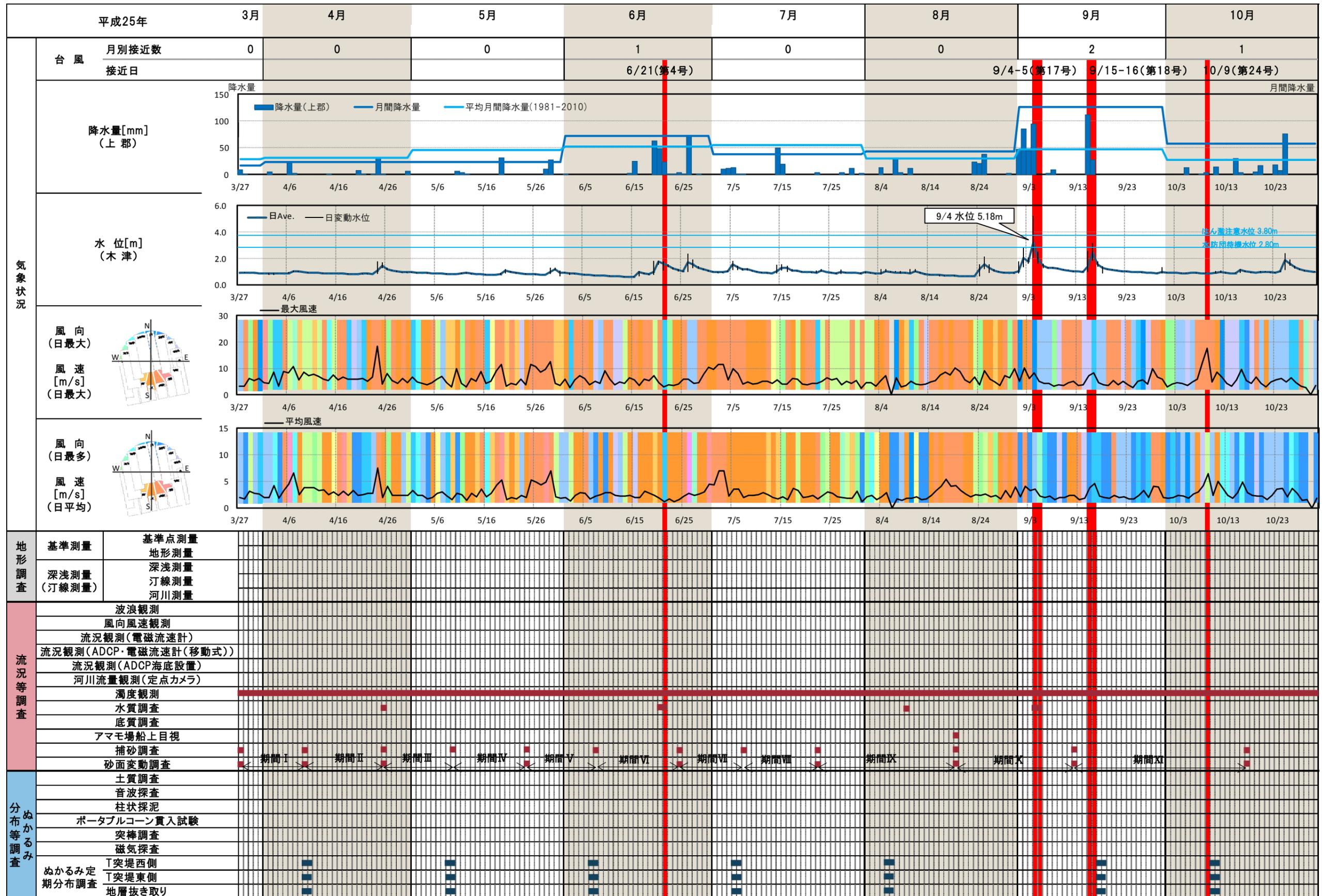


図-2.4 平成25年度調査実施状況

暫定対策工事

3. ぬかるみ定期分布調査

ぬかるみ定期観測は、ぬかるみの分布状況の変化を把握するために、干出部を対象に、平成24年12月から平成25年11月にかけて、月1回の頻度で行った。

当初、調査はT型突堤の西側を対象に開始したが、平成25年2月以降は、ぬかるみの東西方向への移動を把握するために、T型突堤の東側(T型突堤～防砂堤)にもエリアを拡大し同様の調査を行った。また、2月以降は、ぬかるみの分布するエリアを中心に配置した定点において、地層の抜き取り(ジオスライサー:GS)を行い、表層部の地層構成を確認した。

3.1 ぬかるみの平面分布と厚さの変化

ぬかるみの分布範囲は観測毎に細かく変化し、特に汀線付近のぬかるみの変化が大きくなっている。汀線付近のぬかるみを形成する泥は、主に厚さが5~10cmと薄く、波打ち際に打ち上げられたように堆積することが多い。この付近は地形面の変化も相対的に大きく、軟弱な泥が頻繁に浸食・堆積を繰り返しているものと推察される。

一方、汀線より沖合のぬかるみは主にトラフ部を中心に堆積し、観測時期によって変化する表層の堆積物の土性に応じて、ぬかるみの分布範囲と厚さが変化する。バーの起伏の変化に比べてトラフの地形面は安定しているものの、観測月によって表層を覆う堆積物には変化が見られる。トラフ部に砂層が堆積した際にはぬかるみが薄く(足の沈みこみが浅く)、軟弱な細粒土が堆積した際にはぬかるみが厚くなる。

バーを含め、表層堆積物の変化は、概ね20cm以下であり、これ以深の堆積物については、変化することなく常に存在している状態と判断される。

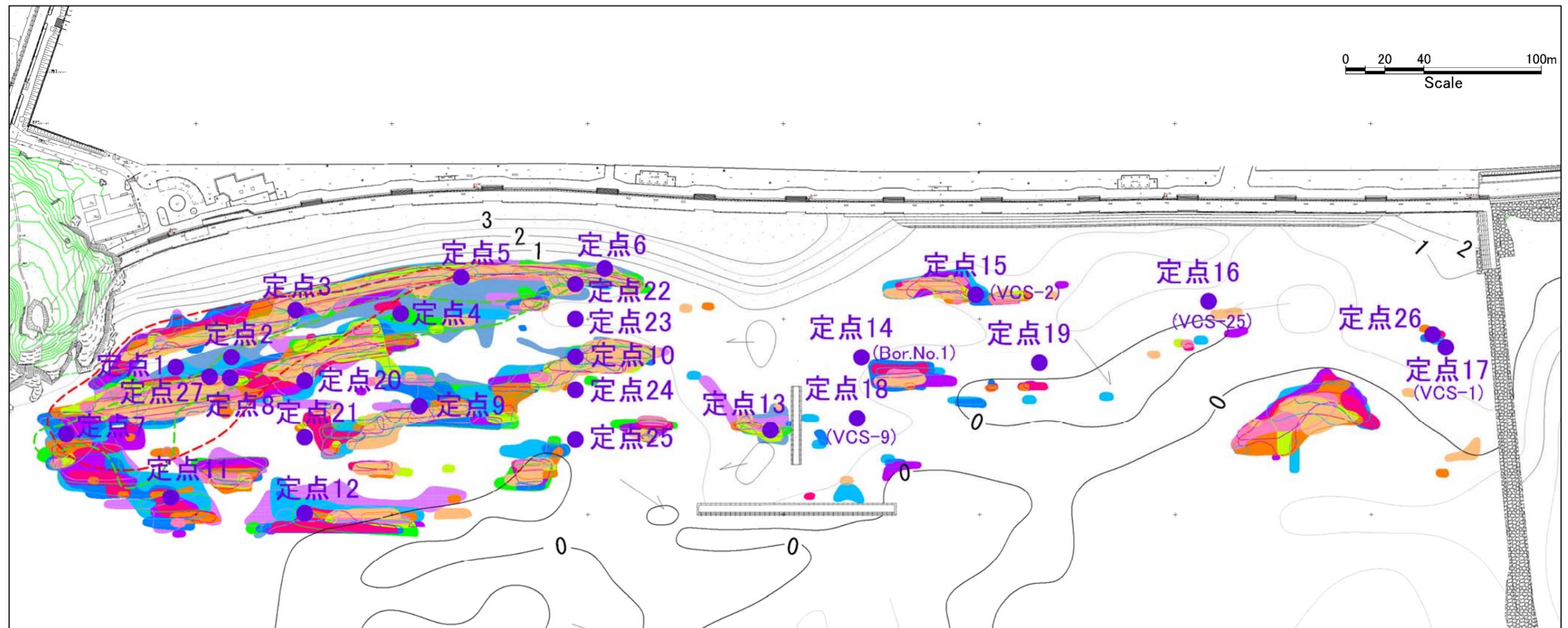
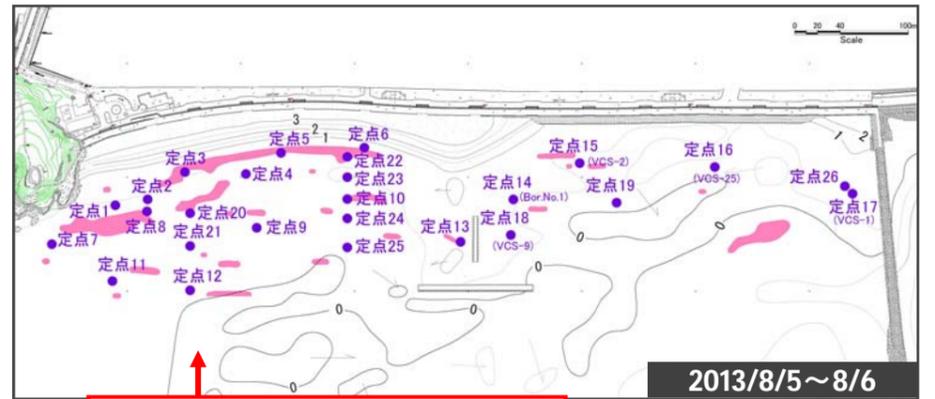
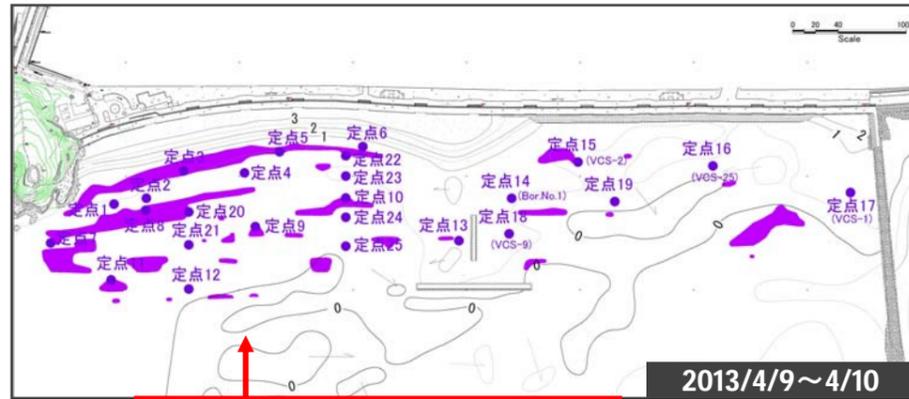
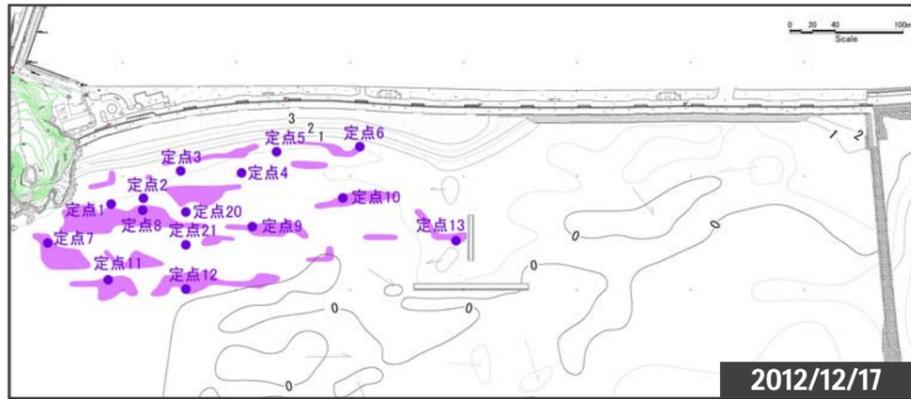
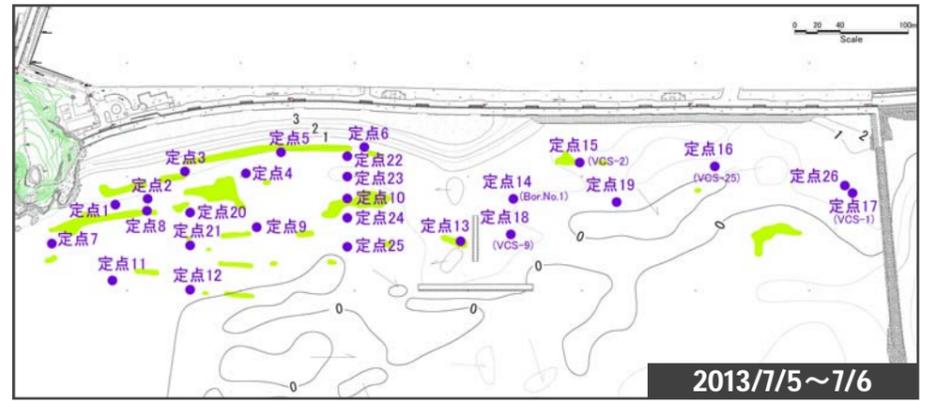
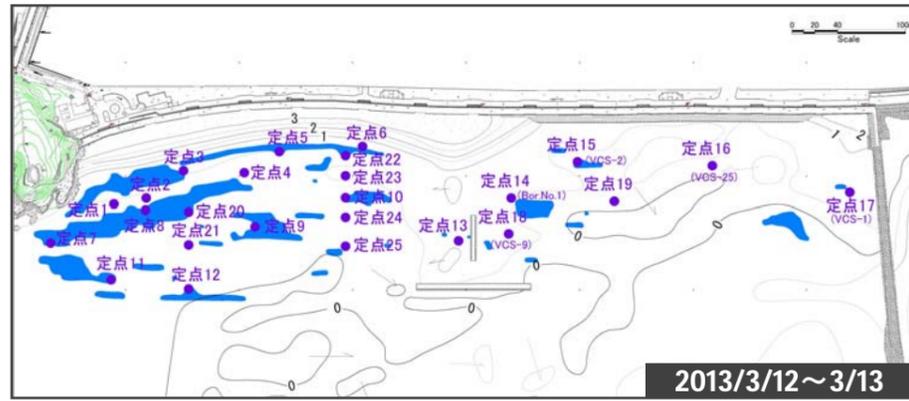
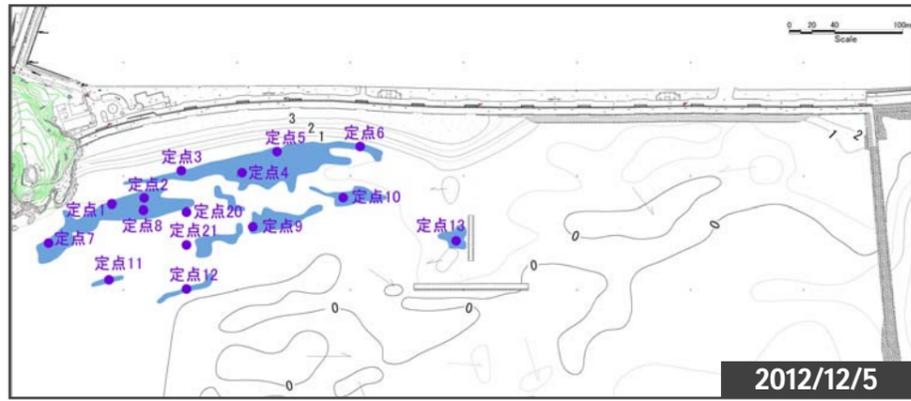
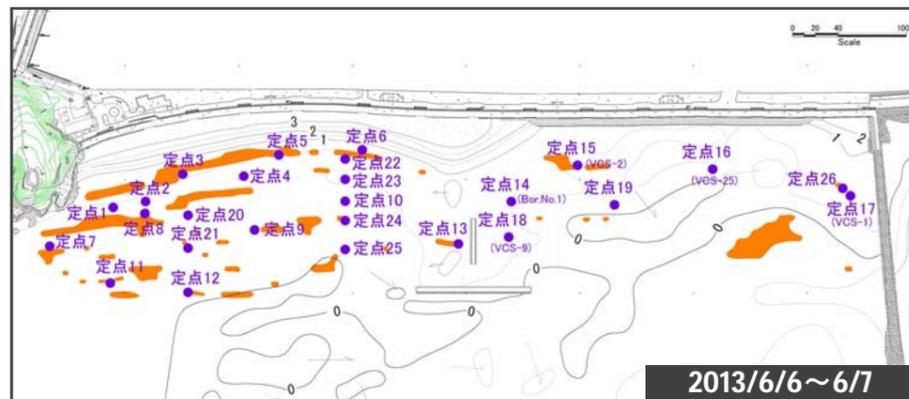
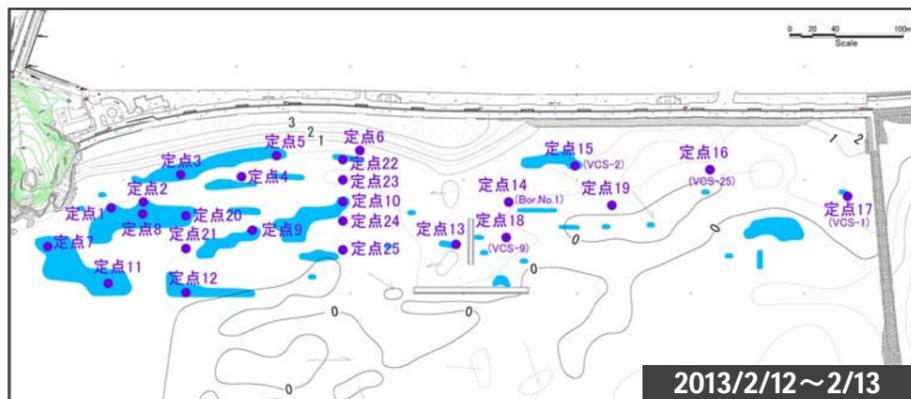
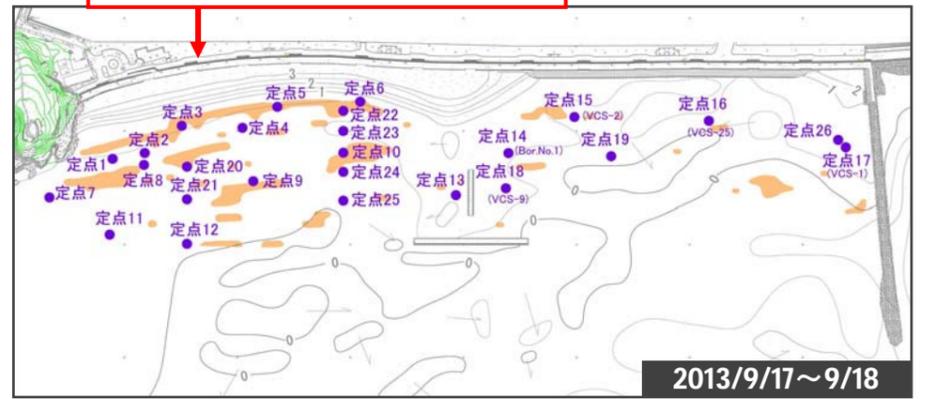
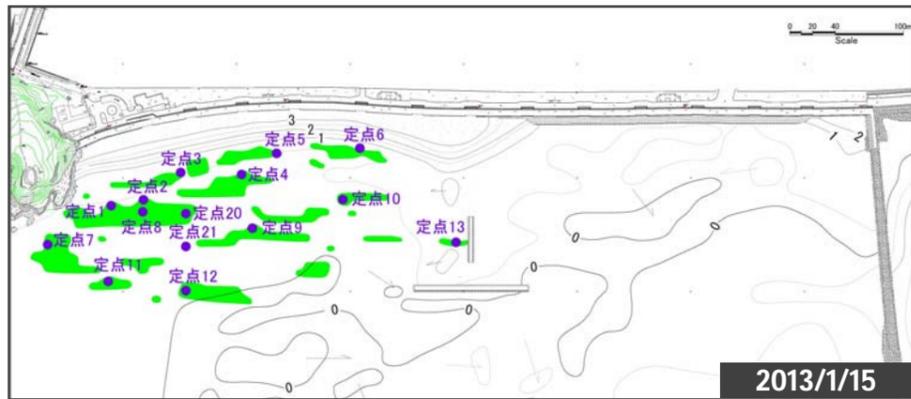


図- 3.1 表層ぬかるみ分布エリア変化図(重ね合わせ H24.12~H25.9)



4/24 有義波高 1.41m の高波浪来襲

9/4~5 河川最高水位 5.18m を記録



ぬかるみ分布は、観測毎に細かく変化し、汀線付近は特に変化が大きい。汀線付近のぬかるみは常に存在しており、泥厚 5~10cm 程度である。

また、汀線より沖側では、泥質土の上に 20cm 程度砂が被さる状態になると、足が沈まないことが現地で確認されている。すなわち、現地砂が波浪などによって泥の上に移動することで、ぬかるみが消滅すると考えられる。また、9/4 の出水により、8月のぬかるみ分布がやや拡大しているようであったことから、出水時に海岸への土砂供給があるものと考えられる。

以上より、ぬかるみは泥質土砂そのものが波浪や潮流によって移動することに加えて、現地の砂が泥質土砂に被さることによって分布が変化していると考えられる。

図- 3.2 表層ぬかるみ分布エリア変化図

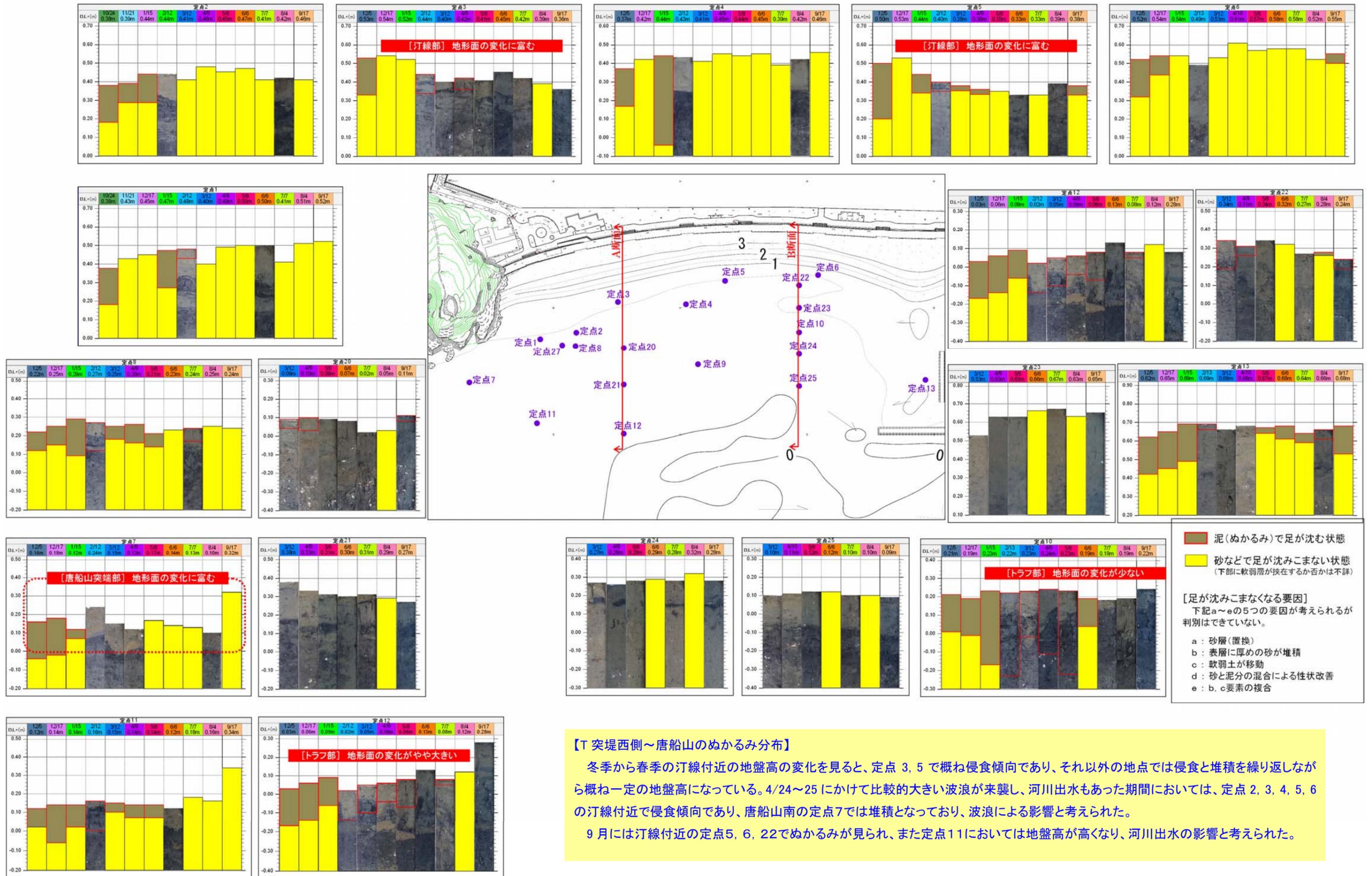


図-3.3(1) ぬかるみ層厚の変化図(T型突堤西側エリア)

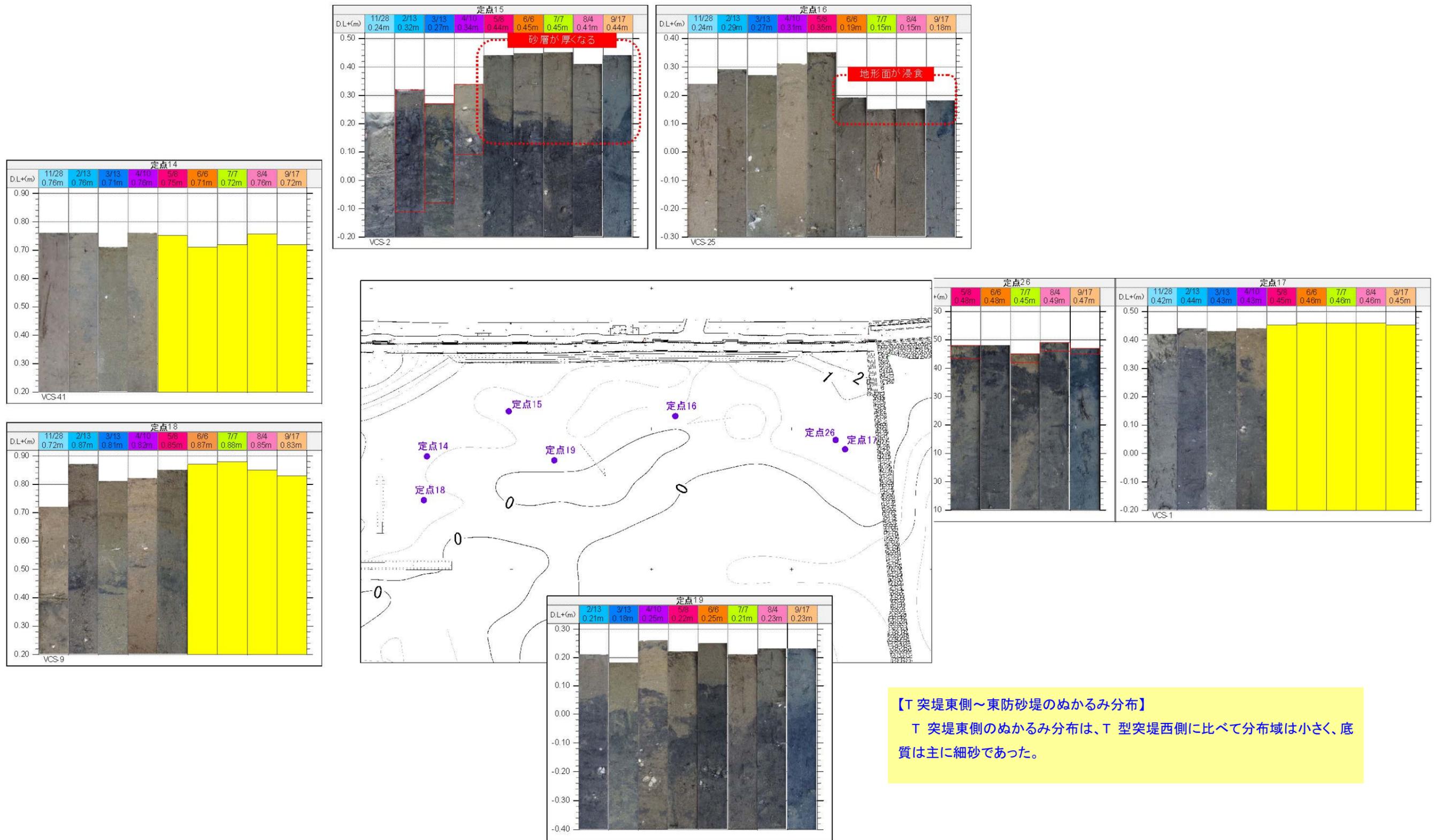
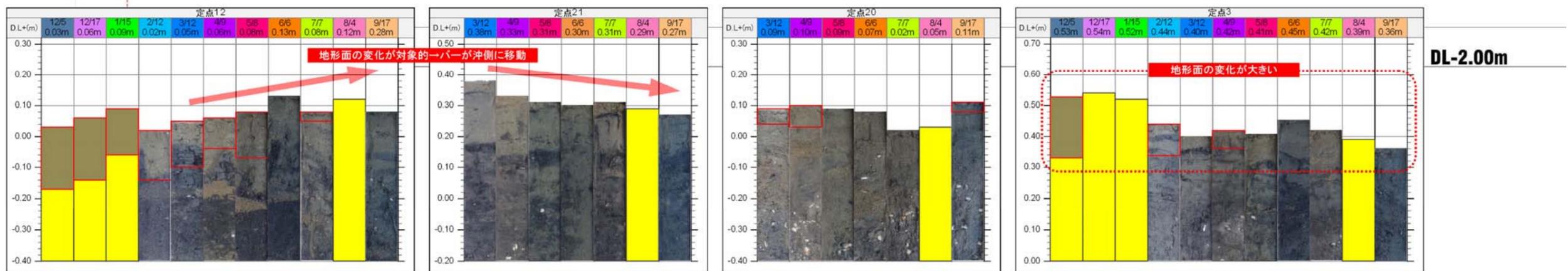
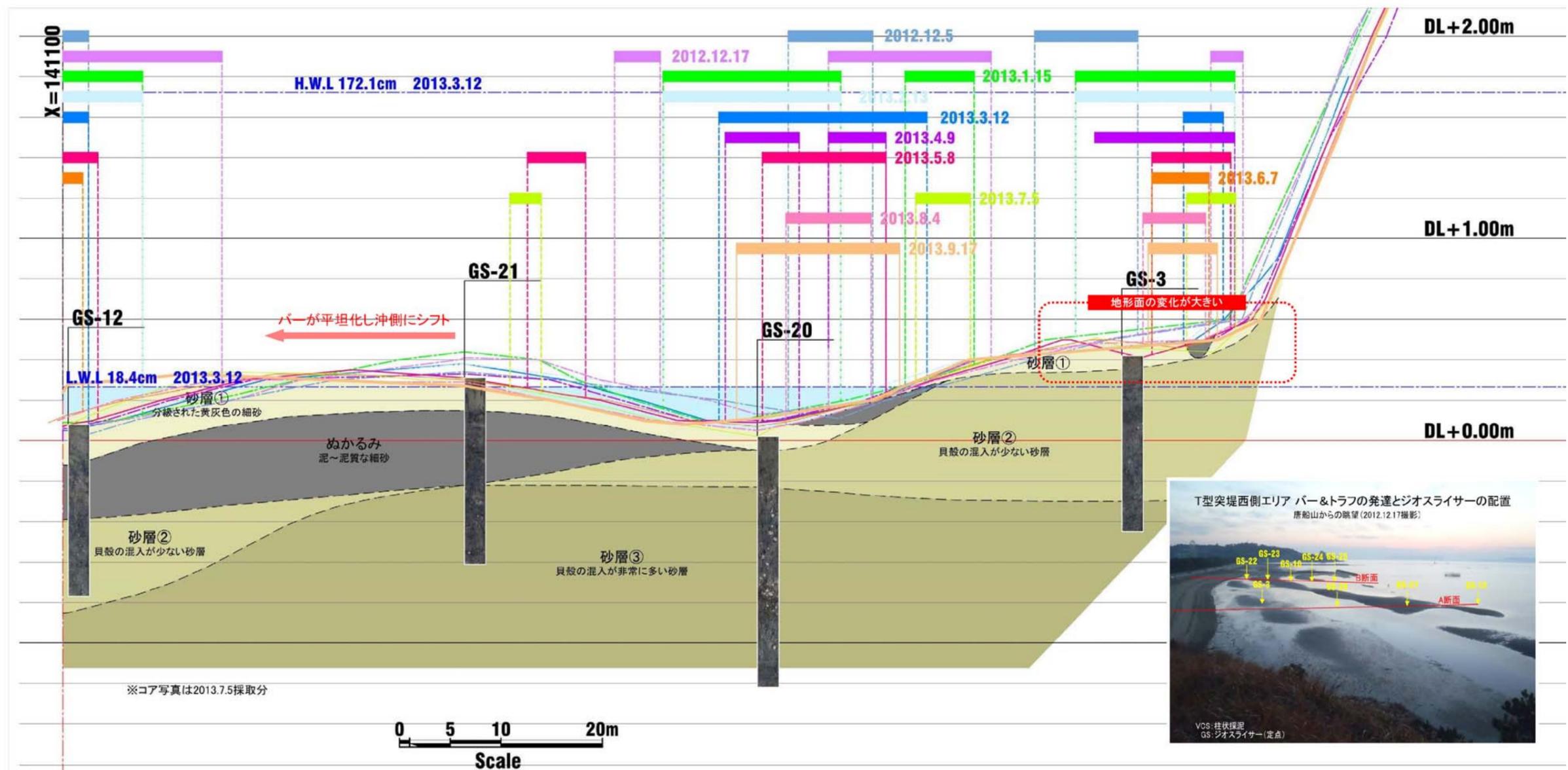


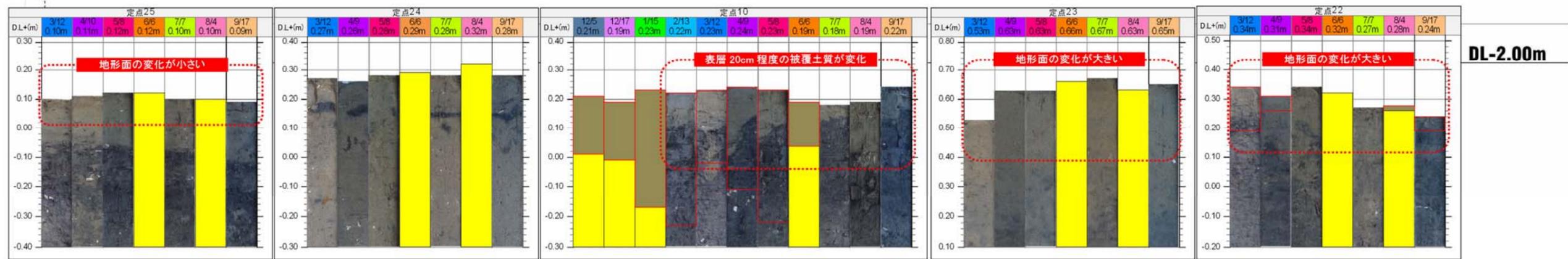
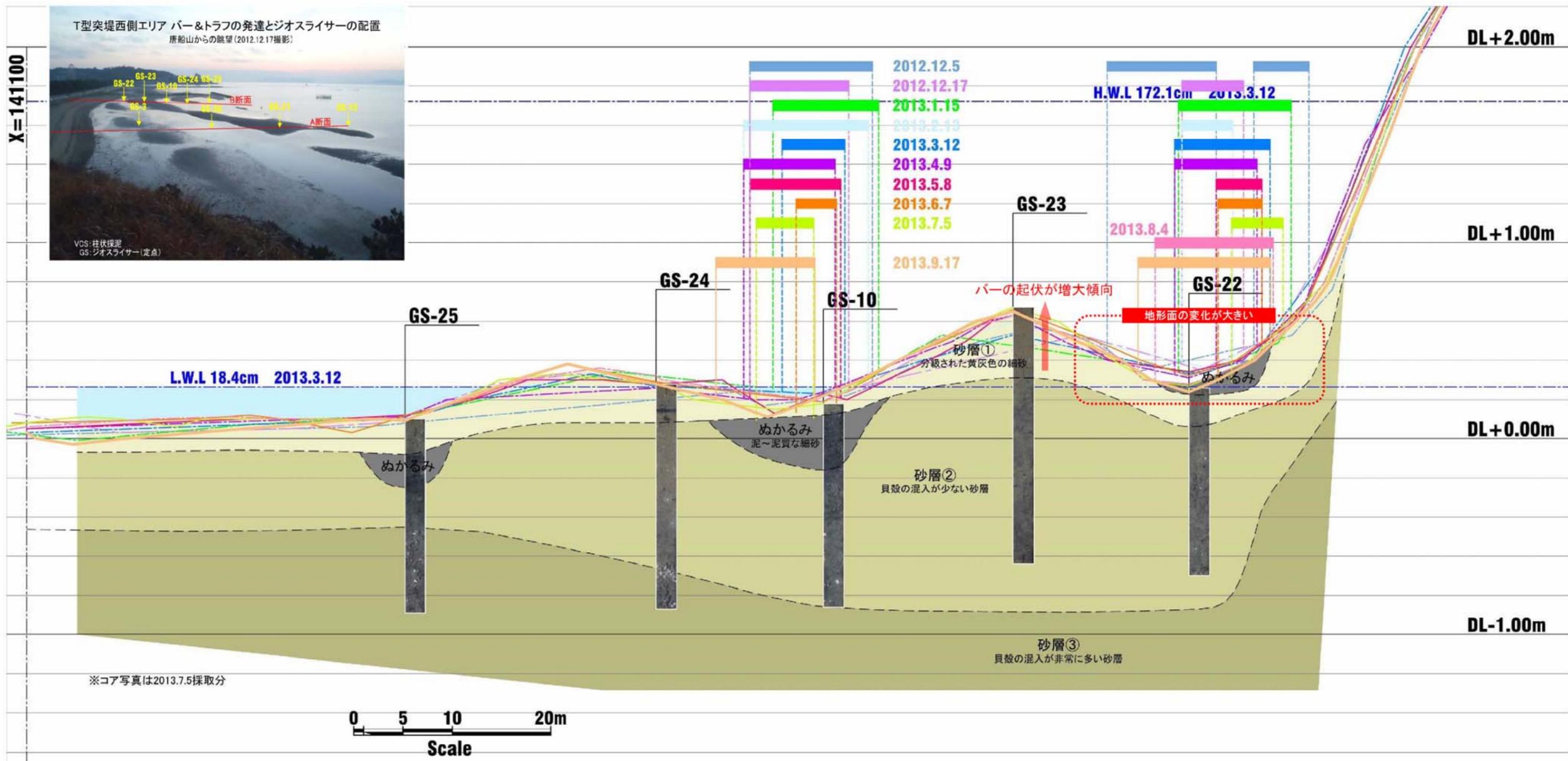
図- 3.2 (2) ぬかるみ層厚の変化図(T型突堤東側エリア)



【地層断面(A断面)の経月変化】

- ・GS-21 付近では地盤高が低くなる(侵食)傾向が見られ、GS-21 の沖側で堆積が見られた。GS-21 付近のバーは、冬季から夏季にかけてほぼ安定して存在している。
- ・汀線付近では GS-3 よりも岸側で侵食、その沖側で堆積となっており、汀線部では侵食と堆積が狭い範囲で生じていた。
- ・汀線部のぬかるみ、GS-20 付近のトラフ部のぬかるみは依然として存在しているものの、冬季から夏季にかけて岸沖方向の分布範囲は、やや縮小する傾向も見られた。
- ・9月の出水に伴い、定点20では堆積が見られ、ぬかるみも薄く見られた。

図一 3.3(1) 唐船海岸地層断面図(A断面)の経月変化



【地層断面(B断面)の経月変化】

- ・A断面よりもぬかるみの分布場所はGS-22、GS-10付近に安定して存在する。また、パーの位置についても、GS-23、GS-24の沖側にほぼ安定して存在する。
- ・9月の出水による影響は、A断面ほど顕著には見られないが、定点10、23では堆積が見られ、定点22では侵食されているが、ぬかるみの厚さがやや増加していた。

図一 3.3(2) 唐船海岸地層断面図(B断面)の経月変化

4. 捕砂調査

4.1 調査概要

平成 25 年 3 月 27 日に、図- 4.1 に示す調査地点 s-1～s-6 において捕砂器を設置した。捕砂器の設置においては、方向別の土砂輸送特性を把握するために、各地点で捕砂器を4本使用し、捕砂孔(スリット)を東西南北の4方向に向けて設置した。また、捕砂孔の高さは地盤高より50cmの高さである。

捕砂器設置後は、約2週間毎に捕砂器内にトラップされた土砂を回収した。回収した土砂は、室内に持ち帰り、乾燥重量、粒度組成を分析した。

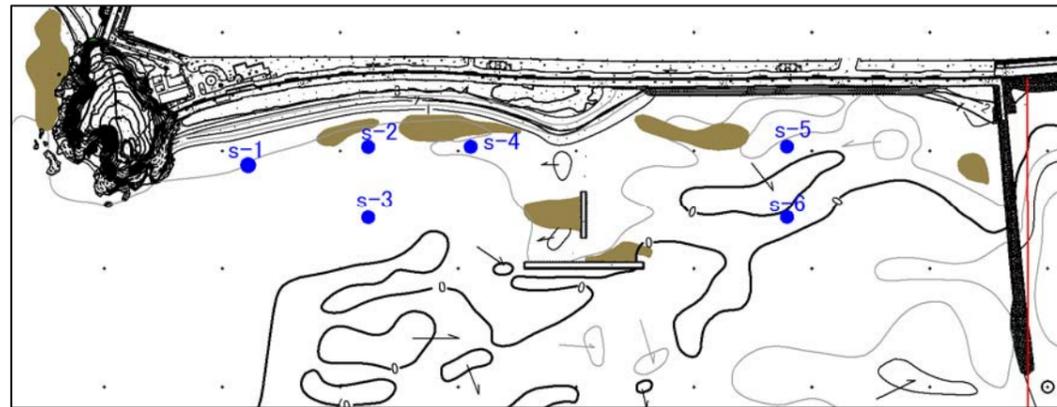
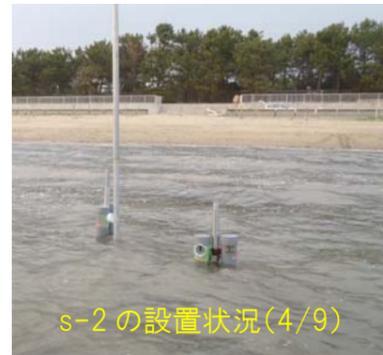


図- 4.1 捕砂調査地点図

4.2 調査結果

4.2.1 SS フラックス

地点別に SS フラックス平均値を算定した結果は、図- 4.2 に示すとおりであり、S-1 地点ではシルト分以下のフラックスが最も多い傾向が見られた。

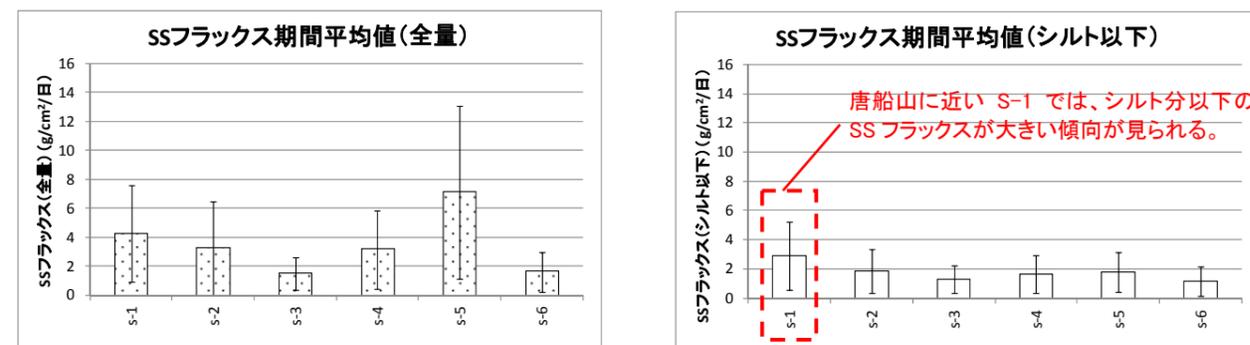


図- 4.2 地点別 SS フラックス(左:全量、右:シルト分以下)

また、調査期間毎に SS フラックスの全量及びシルト分以下について算定した結果は、図- 4.3 に示すとおりである。これより、地点別にみると、沖側の地点 S-3、S-6 は SS フラックスは小さく、全量に占めるシルト分以下の割合が高い。一方で、汀線付近の S-1、2、4、5 の 4 地点については、シルト分以下の含有率は沖側の 2 地点に比べて低い、波浪が小さい期間においては、シルト分以下の割合が高くなる。

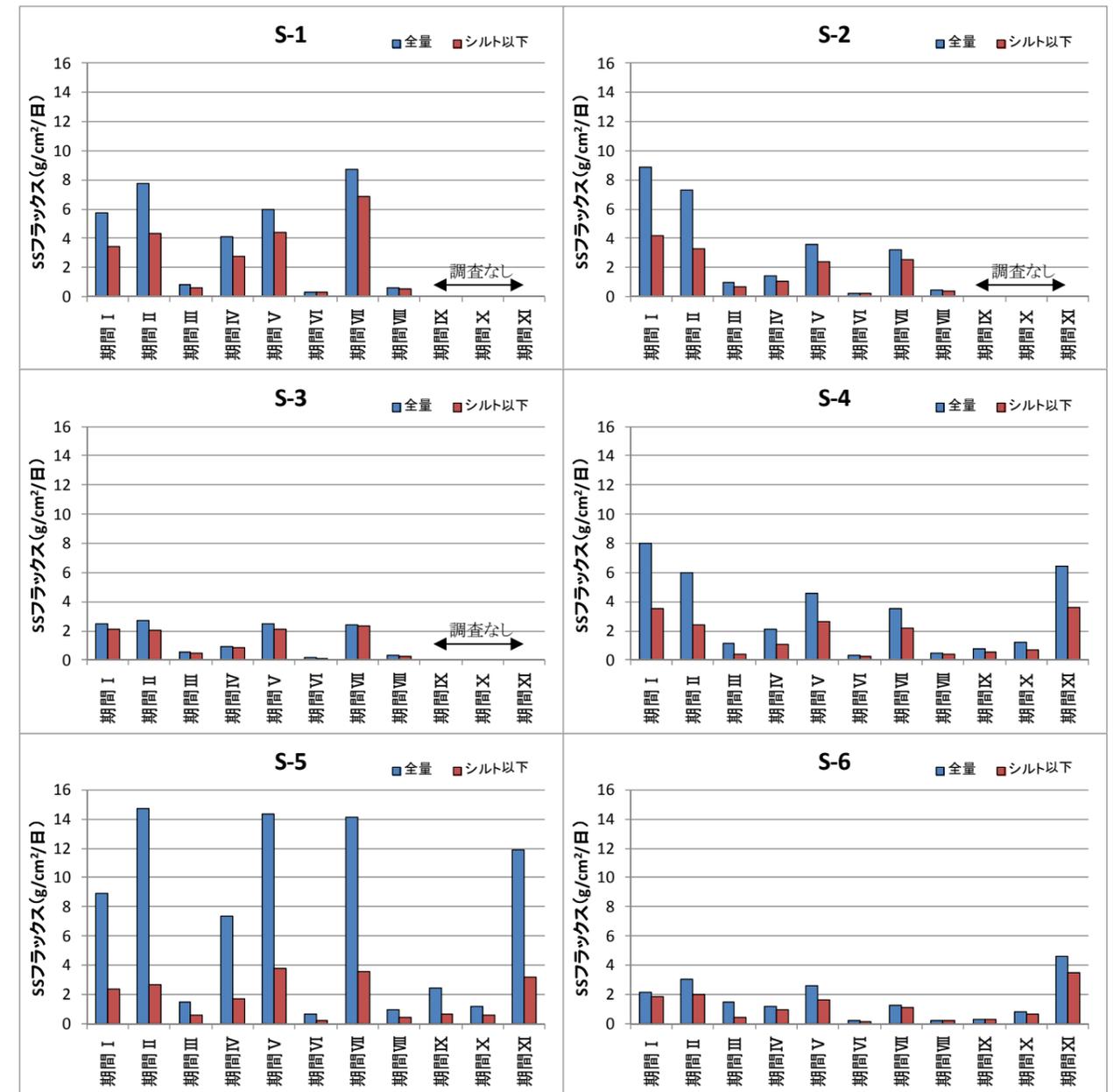


図- 4.3 期間別 SS フラックス

期間 I : 3/27～4/9、期間 II : 4/9～4/25、期間 III : 4/25～5/9、期間 IV : 5/9～5/24、期間 V : 5/24～6/7、
 期間 VI : 6/7～6/24、期間 VII : 6/24～7/7、期間 VIII (7/7～7/22)、期間 IX (7/22～8/19)、
 期間 X (8/19～9/12)、期間 XI (9/12～10/17) :

また、シルト分以下のSSフラックスと来襲波浪との関連を把握するために、調査期間毎のシルト分以下のSSフラックスと方向別波浪エネルギーフラックスとの相関関係について整理した。なお、波高、周期はSMB法により家島の風向風速データより推算したものである。相関係数は表-4.1に示すとおりであり、*は有意水準5%、**は有意水準1%を意味する。これより、東寄りの波が作用する場合、シルト以下のSSフラックスは正の相関関係にあるが、西寄りの波が作用する場合は負の相関関係となる。これは、西寄りの波の頻度が多くなっても、南西方向に水深が浅くなる舌状地形であるため、西寄りの波は沖側で波高が減衰し、相対的に東寄りの波浪よりも海岸付近の底質の巻き上げによるフラックスが小さくなるためと考えられる。

表-4.1 シルト以下SSフラックスと方向別波浪エネルギーフラックスとの相関係数

		シルト以下SSフラックス					
		s-1	s-2	s-3	s-4	s-5	s-6
方向別波浪エネルギーフラックス	E	0.57	0.70	0.67	0.83	0.67	0.78
					**	*	**
	ESE	0.54	0.78	0.76	0.87	0.78	0.72
			*	*	**	**	*
	SE	0.45	0.17	0.43	0.49	0.70	0.54
						*	
	SSE	0.86	0.35	0.69	0.38	0.70	0.38
		**				*	
	S	0.02	-0.44	-0.22	-0.38	-0.21	-0.30
	SSW	-0.63	-0.73	-0.81	-0.70	-0.74	-0.52
		*	*	*	**		
SW	-0.24	-0.04	-0.15	-0.24	-0.31	-0.04	
WSW	-0.03	0.52	0.22	0.12	-0.17	0.16	
W	-0.09	0.43	0.10	-0.26	-0.43	-0.23	

* : 有意水準5%
** : 有意水準1%

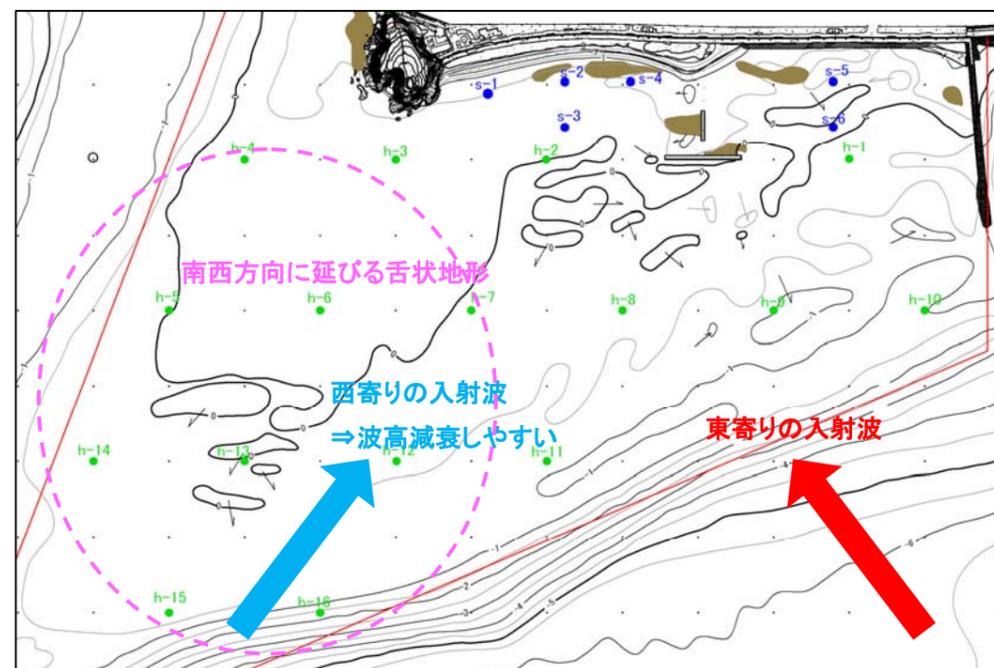
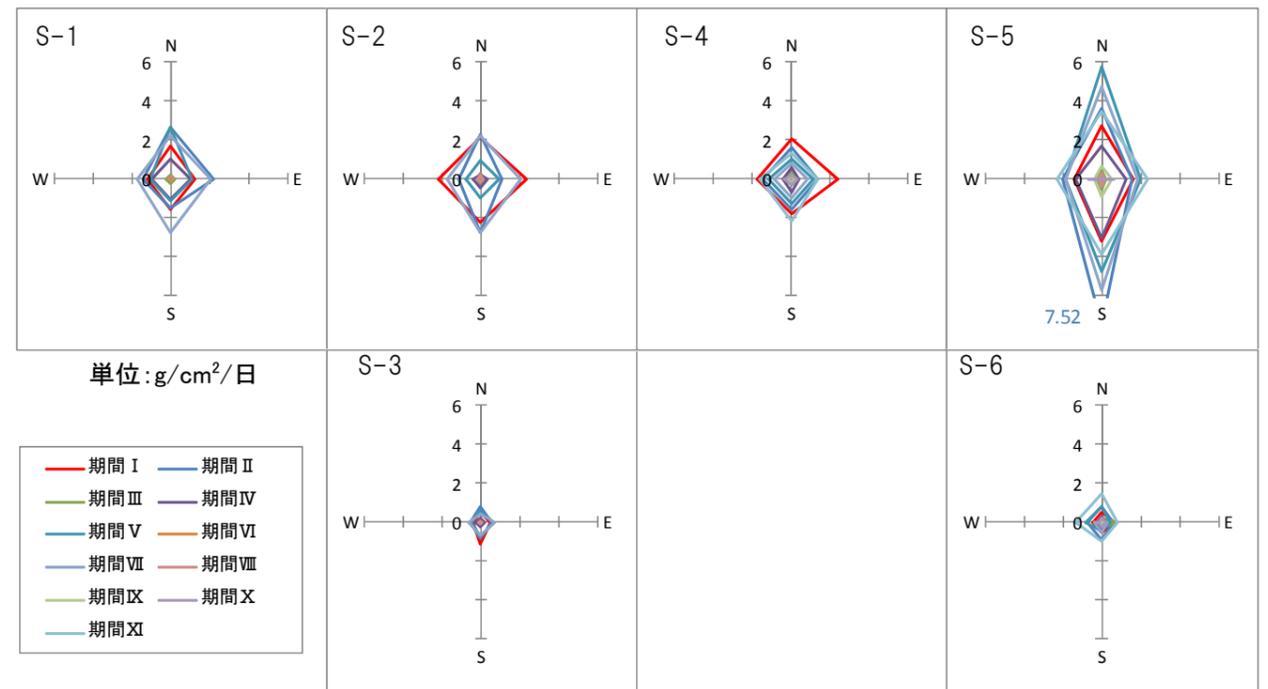


図-4.4 入射波向と干潟地形の関係

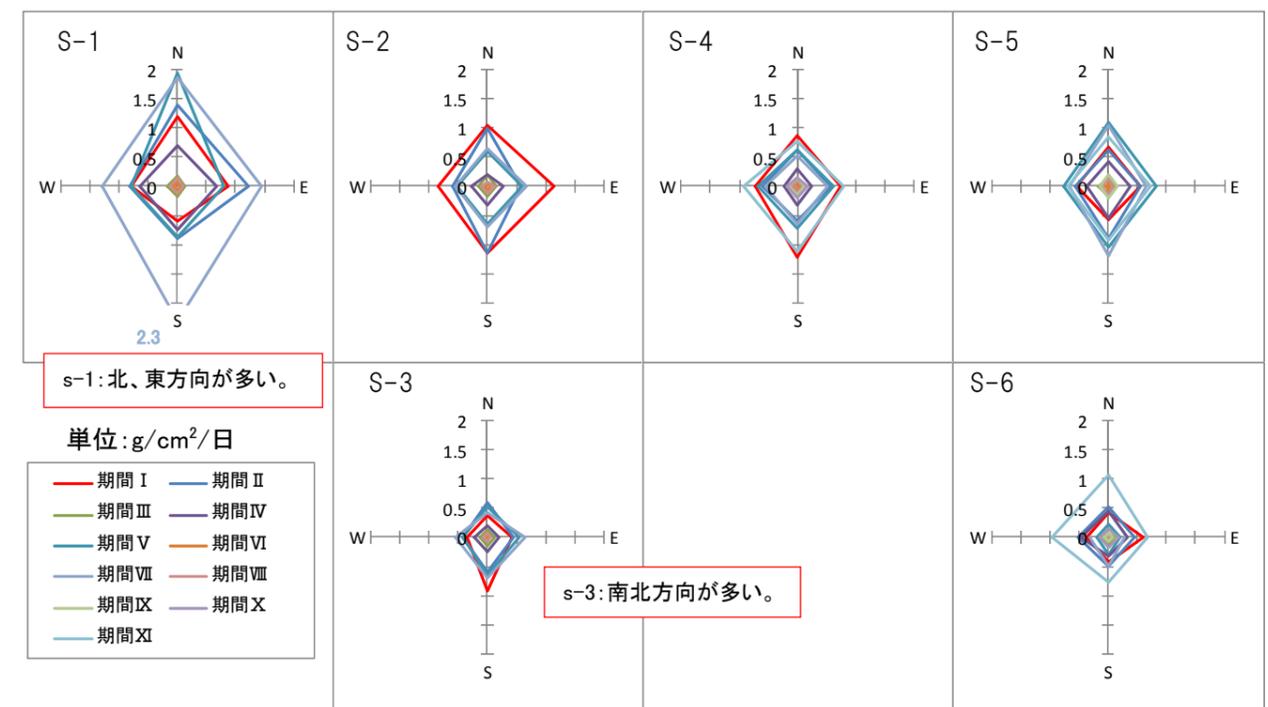
また、方向別のSSフラックスは図-4.5、図-4.6に示すとおりである。これより、T突堤東側のS-5ではSSフラックス全量は南北方向のフラックスが大きい傾向が見られる。それ以外の地点については、S-5ほど方向別の差は見られないが、S-1においては、東からのフラックスも比較的に見られた。

以上より、波浪によって生じるSSフラックスは、地点によって卓越する方向が異なり、**T突堤東側のS-5付近は南北方向、T突堤西側のS-1付近は北及び東からのフラックスが大きくなる傾向**が見られる。なお、静穏時は、SSフラックスは非常に小さくなる。



※期間IX~XIは暫定工事のため、S-1~3での調査を中断。

図-4.5 地点別方向別SSフラックス(全量)



※期間IX~XIは暫定工事のため、S-1~3での調査を中断。

図-4.6 地点別方向別SSフラックス(シルト分以下)

4.2.2 中央粒径

中央粒径は図- 4.7、図- 4.8 に示すとおりであり、期間別にみると、SS フラックスが小さい沖側の地点 S-3、6 の中央粒径が最も小さいが、比較的 SS フラックスが大きい S-1、2 においても、S-4、5 と比べて浮遊粒子の中央粒径は小さい傾向であった。なお、各地点において、方向別の粒度の違いは期間 I で見ると、S-1 では南からの SS フラックスの中央粒径がやや大きく、S-2 では西からのフラックスの粒径がやや大きかった。期間 I 以外では、各地点で方向による中央粒径の違いはあまり見られなかった。

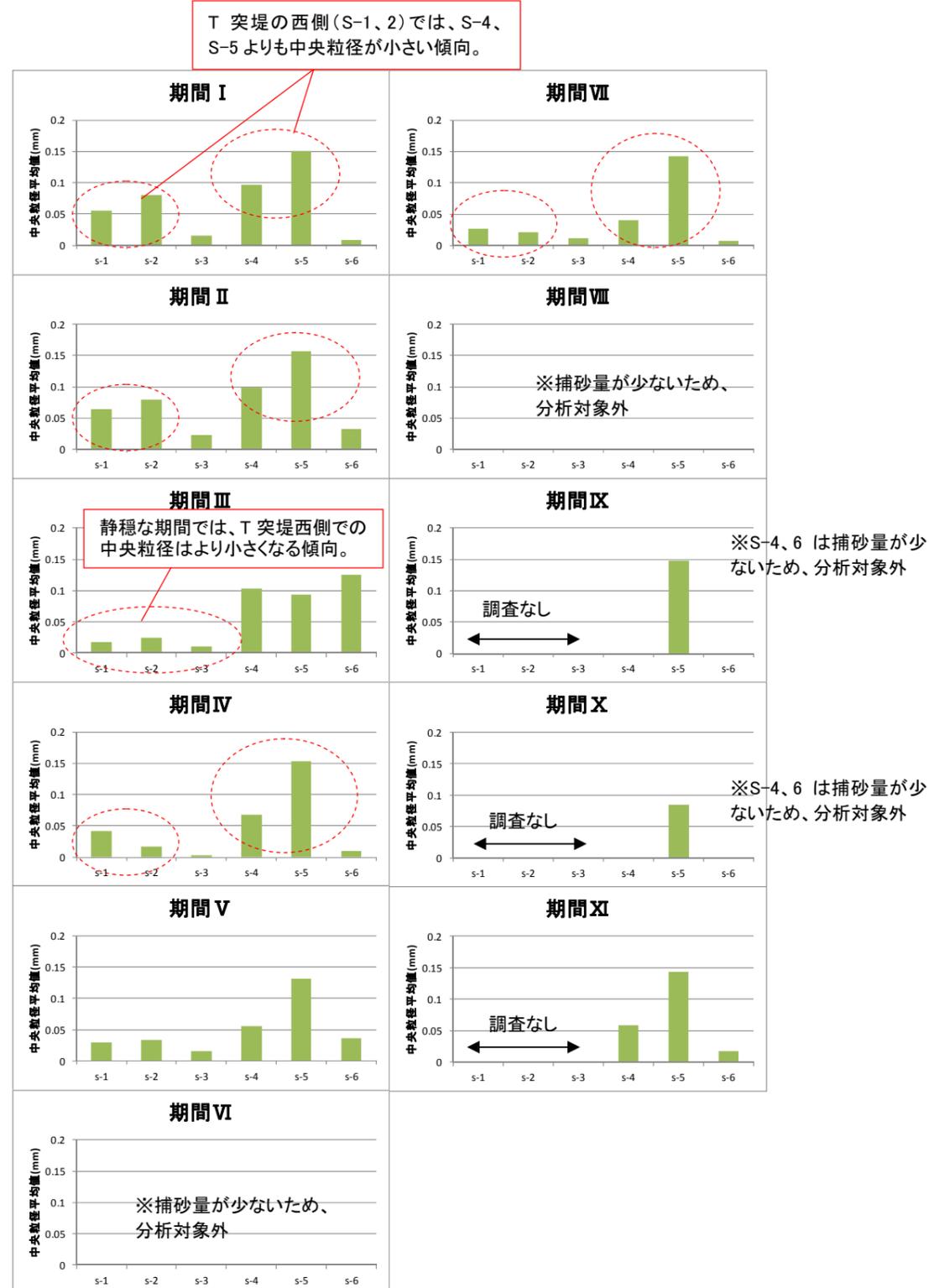


図- 4.7 中央粒径平均値

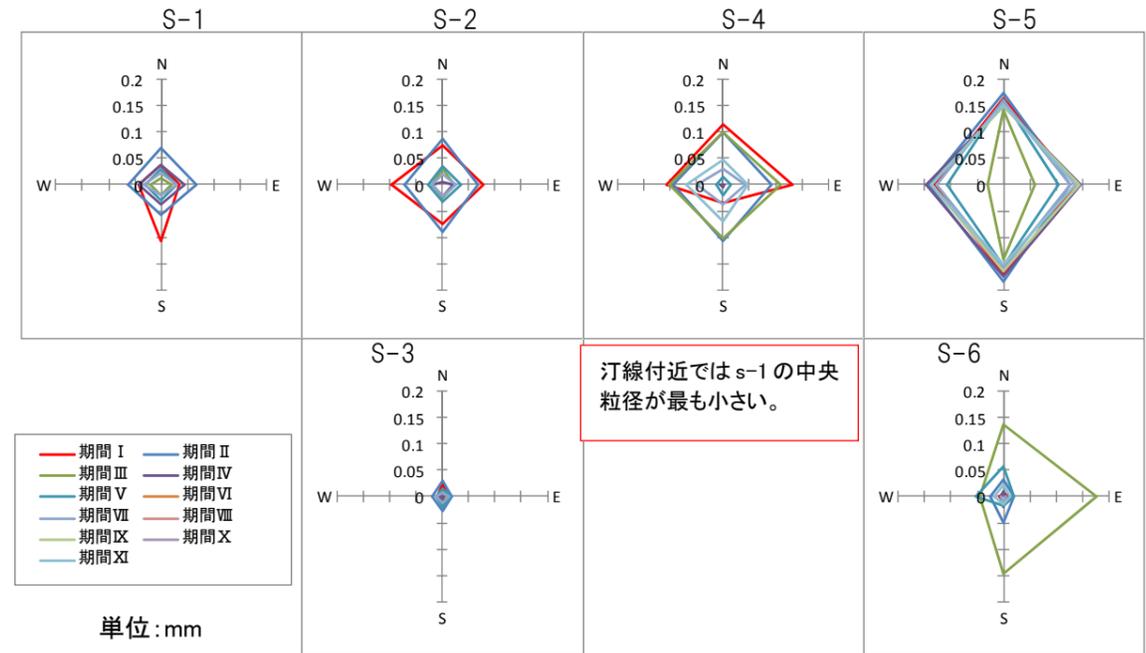


図- 4.8 方向別中央粒径

【シルト以下フラックスと波浪との関係】

- シルト分以下の SS フラックスは、唐船山東側の S-1 で最も多く含まれる。
- 浮遊土砂の中央粒径は、S-3,6 が最も小さいが、海岸付近では S-1 において最も粒径が小さい。
- S-1 のシルト以下 SS フラックスは、北及び東からのフラックスが多い傾向が見られ、唐船山東側の海岸では、西向きあるいは南向きに浮遊粒子が移動する傾向にあると考えられる。
- 東寄りの波の出現頻度や波高が高くなると、海岸付近のシルト分以下の SS フラックスは増加傾向となる。

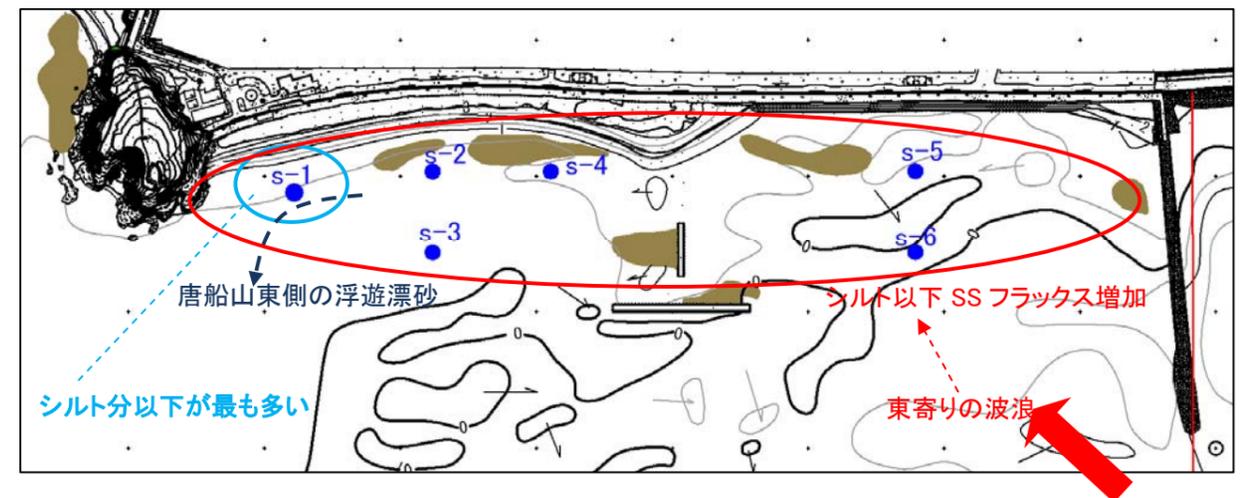


図- 4.9 SS フラックスと波浪との関係

5. 砂面変動調査

5.1 調査概要

平成 25 年 3 月 27 日に、図-5.1 に示す s-1~s-6、h-1~h-16 の合計 22 地点において、砂面棒(単管パイプ)を設置した。設置後は、約 1 ヶ月毎に砂面高さを読み取り、地盤高変化量を取得した。なお、s-1~s-6 については、捕砂調査と同時に実施したので、約 2 週間毎に砂面高さを読み取った。また、平成 25 年 9 月 4~5 日の大規模出水により干潟テラスで泥が堆積した状況は図-5.2 のとおりである。

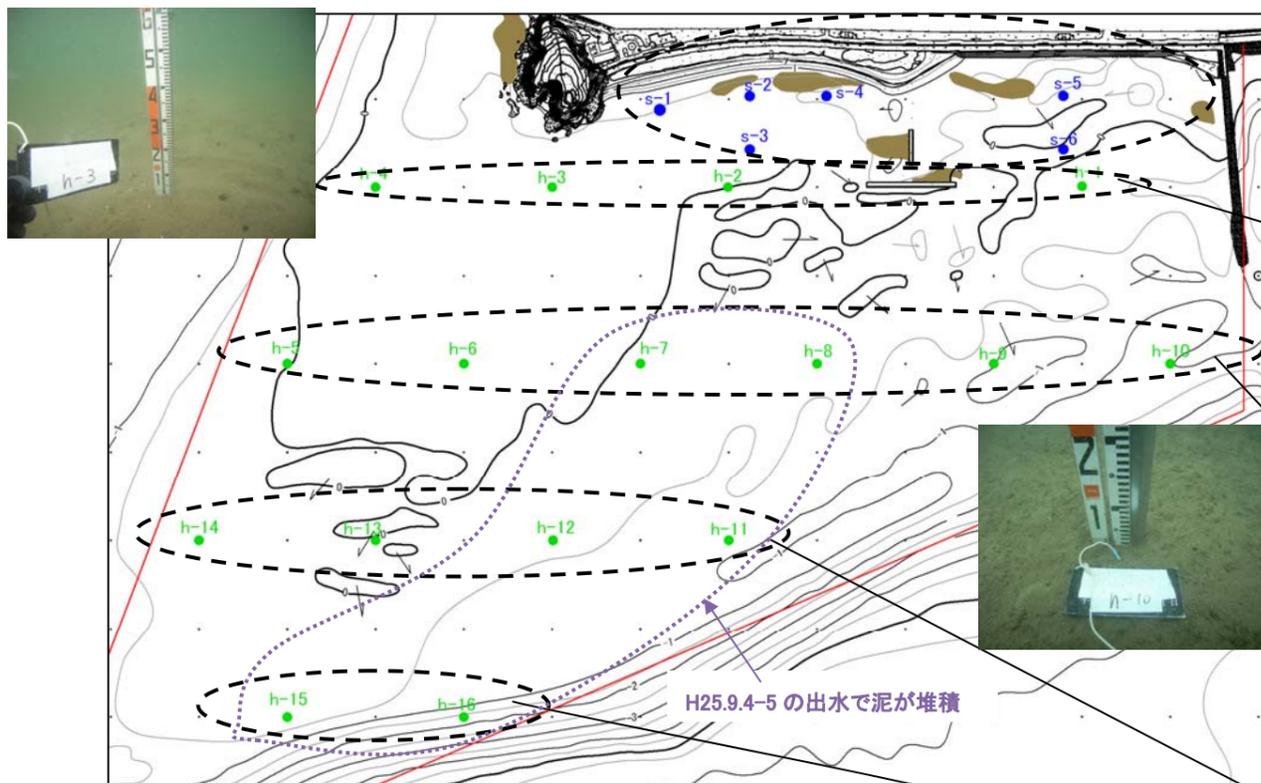


図-5.1 砂面変動調査地点図

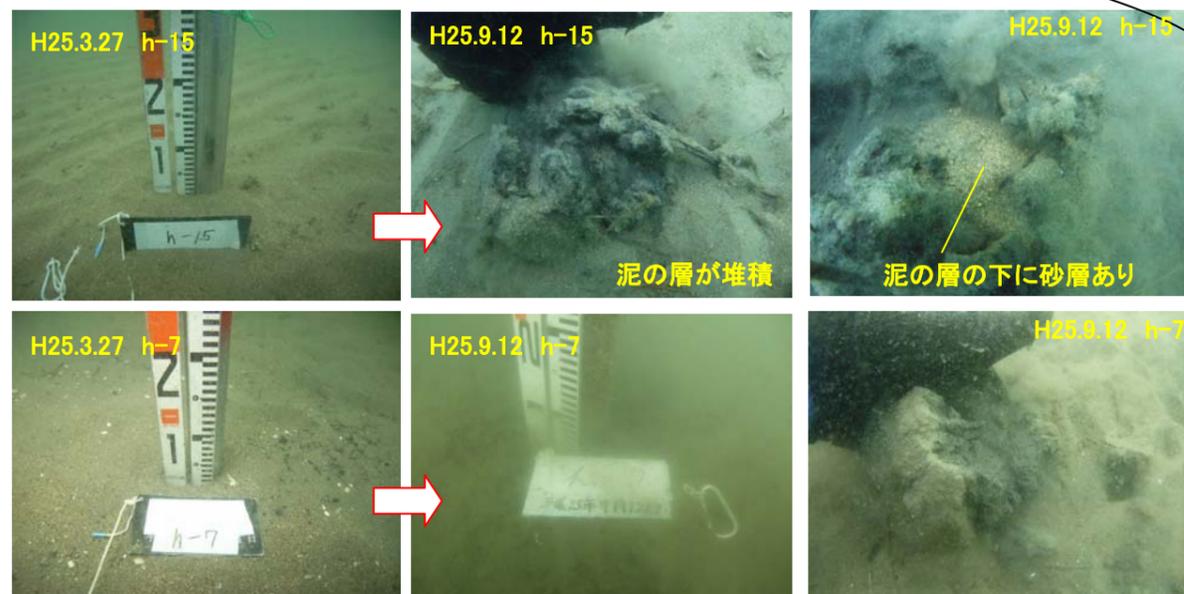
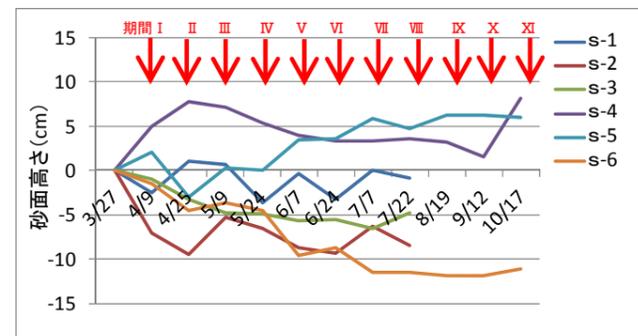


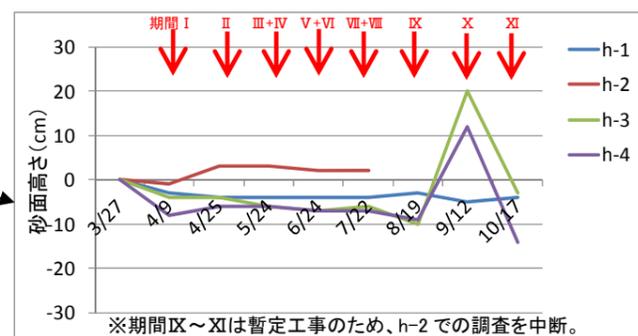
図-5.2 出水による泥の堆積状況(河川出水 9/4-5)

5.2 調査結果



・s-4、s-5において堆積傾向であった。S-4の期間XIにおける堆積は10/9の波浪の影響と考えられる。S-1では、変動しながらも、ほぼ変化がない。その他のs-2,3,6においては、侵食傾向である。

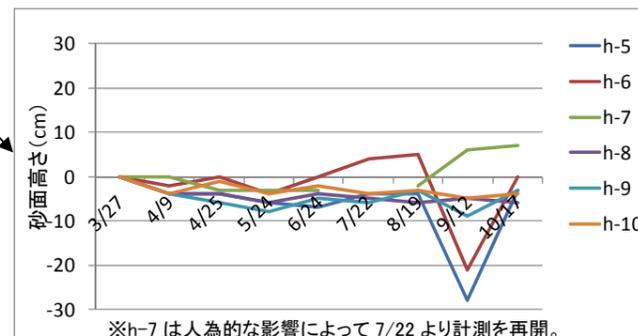
※期間IX~XIは暫定工事のため、S-1~3での調査を中断。



・h-2は堆積傾向、その他の地点は侵食傾向である。h-1は全ての期間において、変化がほとんど見られない。一方、h-3,4においては、期間X、XIで大きく堆積、侵食し、期間Xは出水、期間XIは波浪の影響と考えられた。

なお、期間V+VIにも出水があったが、変化はほとんど見られない。

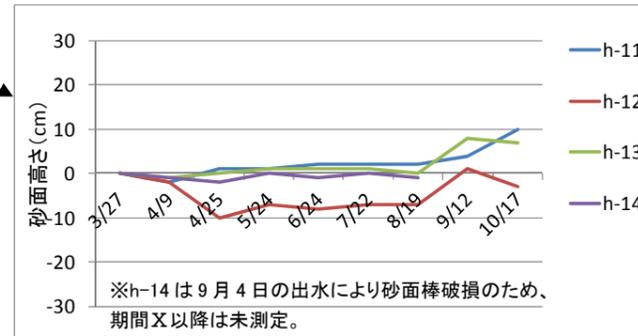
※期間IX~XIは暫定工事のため、h-2での調査を中断。



・h-6は6月後半から堆積に転じていたが、9/4の出水で侵食され、10/9の波浪で堆積となった。h-5も9/5の出水、10/9の波浪でh-6と同様の変動が見られた。h-7は侵食傾向であったが、9/4の出水以降堆積傾向となった。その他の地点では変化は小さく、侵食傾向であった。

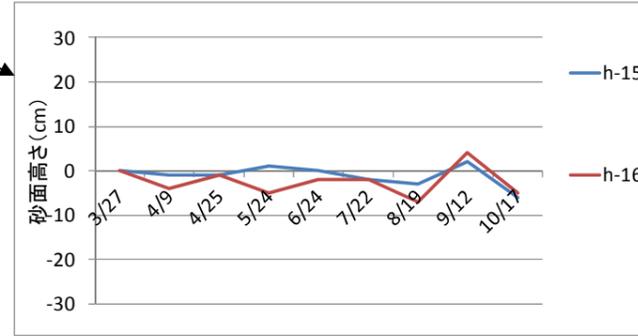
また、VII+VIIIの期間では河川に近いh-5、6のみ堆積傾向であり、出水の影響を受けた可能性がある。一方で、9/4の出水では大きく侵食された。h-7、8では、9/4の出水で浮泥が5cm程度堆積していた。

※h-7は人為的な影響によって7/22より計測を再開。



・h-11、13が堆積傾向で、h-14は変化なし、h-12は侵食傾向であるが、9/4の出水により堆積していた。なお、h-11、12では9/4の出水で浮泥が5cm程度堆積していた

※h-14は9月4日の出水により砂面棒破損のため、期間X以降は未測定。



・h-15、16ともにやや侵食傾向となっているが、9/4の出水で一旦堆積し、再度侵食された。なお、h-16は、期間を通じて波浪や出水などのイベントに反応した変化が見られる。また、9/4の出水でh-16では浮泥が5cm程度堆積していた。

図-5.3 砂面高さの変化

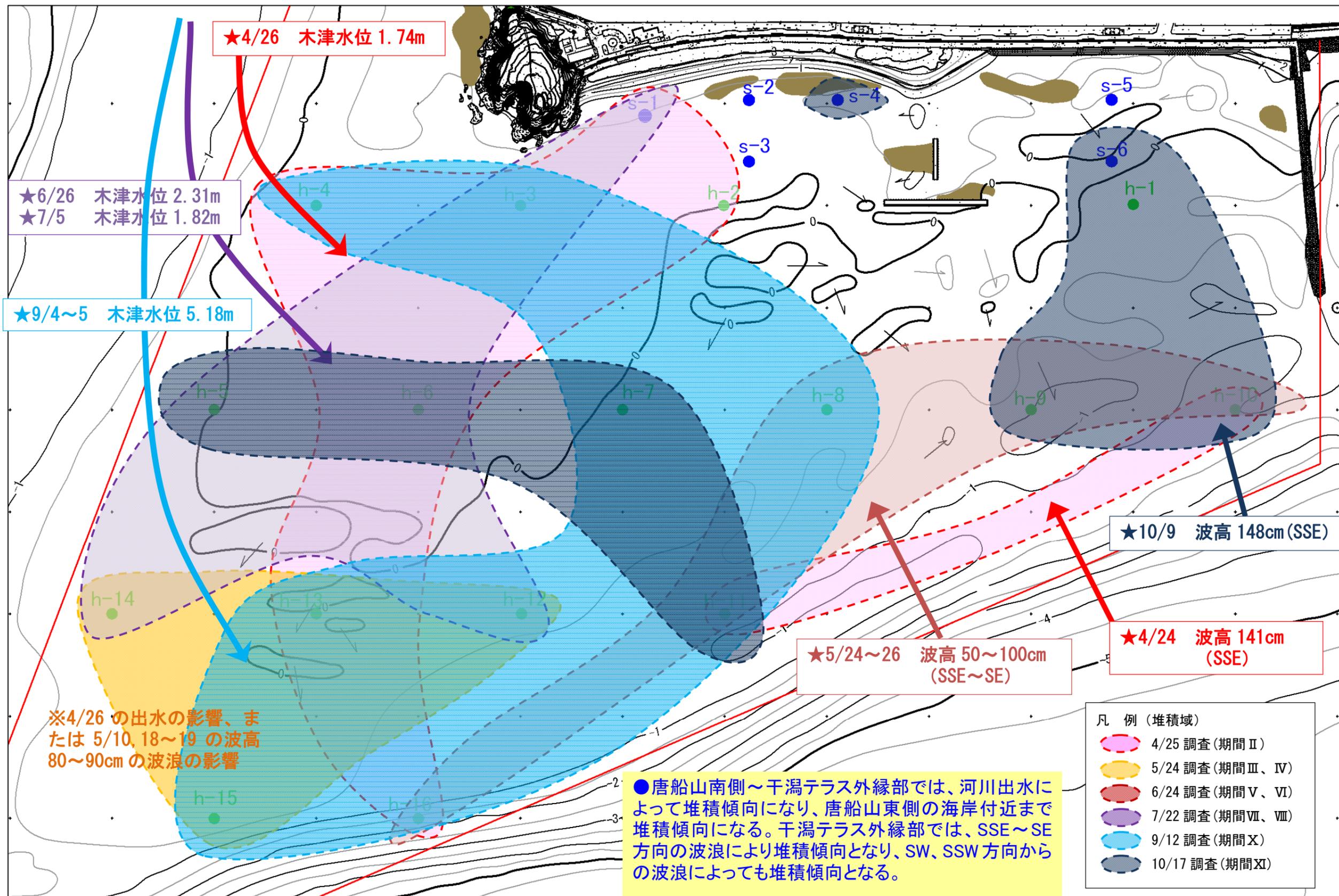


図-5.4 砂面堆積域と気象・海象との関連

6. 濁度観測

6.1 調査概要

平成 23 年 3 月 27 日に濁度計を赤穂海浜大橋において、図- 6.1 に示す d-1 に設置した。設置高さは、海底面上 50cm 及び 100cm とした。機器の点検及びデータ回収は、約 1 ヶ月毎に実施した。

6.2 調査結果

濁度観測結果は図- 6.1 に示すとおりである。なお、水質調査結果を踏まえて、SS-濁度相関式より SS 濃度に換算した。河川出水の影響は顕著に表れており、4/25 からの出水時には SS 濃度 200mg/L を超える濁りが継続していた。また、6/20~21 にかけて 50cm 層の SS 濃度は 50mg/L 程度まで上昇した。6/26 からの出水では、2 層ともに SS 濃度は短時間でピークを迎え、250mg/L を超えていたと考えられる。さらに、8 月 25~26、9/3~6、9/16 にも出水があり、このうち、9/3~6 の出水は木津河川水位が 5m を超え、氾濫注意水位 3.8m を 1m 以上上回った。SS 濃度のピークも 1000mg/L を超えたもの考えられた。

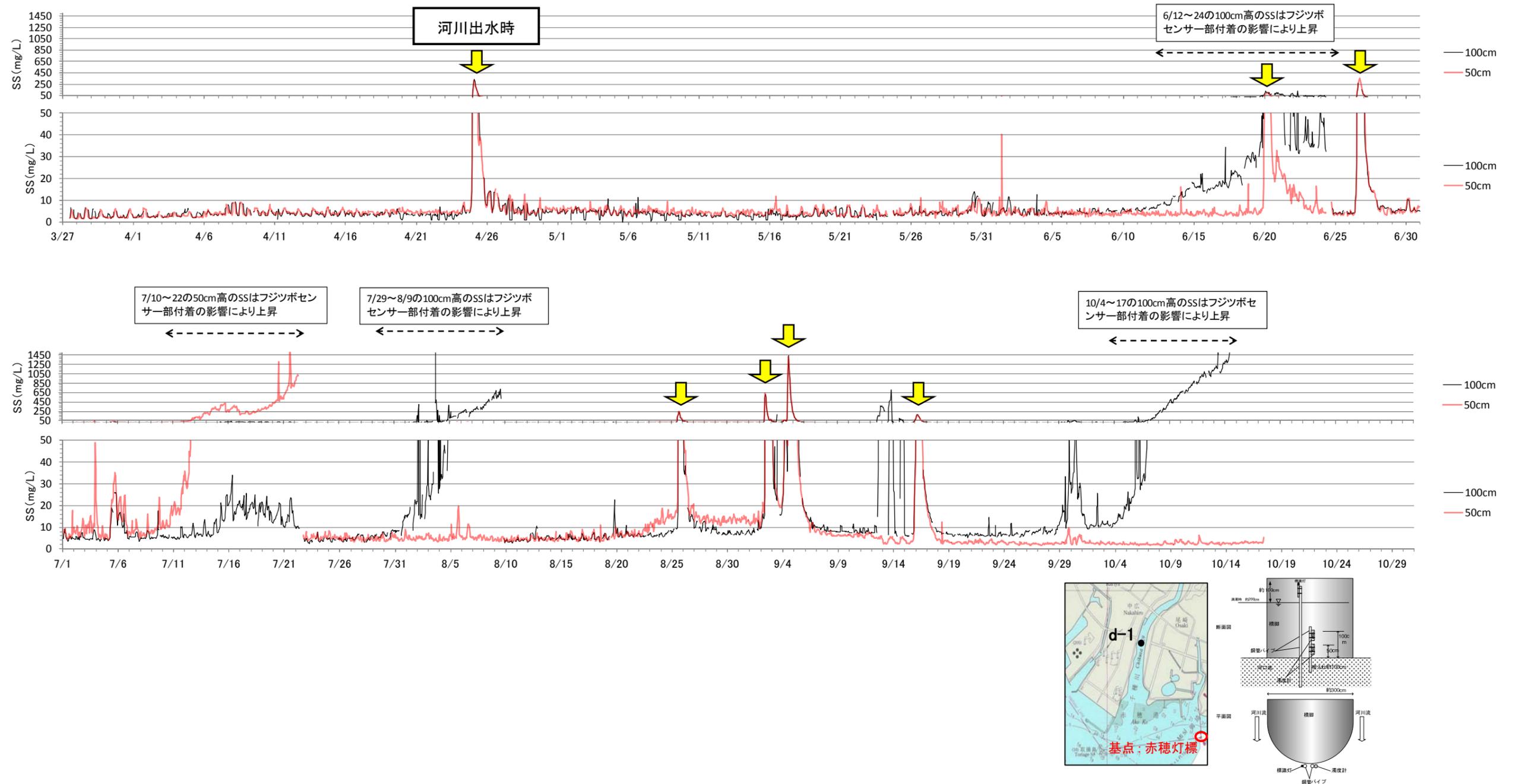


図- 6.1 濁度時系列変化

7. アマモ分布調査

7.1 調査概要

平成 25 年 8 月 9 日に船上からアマモ分布調査を実施した。

7.2 調査結果

アマモ分布範囲は図- 7.1 に示すとおりであり、T 突堤東側～東防砂堤にかけては濃生～密生(被度 $\geq 50\%$)であり、唐船山東側～T 突堤西側にかけては疎生～点生(被度 $\leq 50\%$)であった。

このような分布の特徴については、アマモの生育条件として、塩分、砂面変動、底質、流れ、浮遊物質量などがあげられるが、特に T 突堤西側は河川の影響によって砂面変動が大きい、あるいは浮遊物質量が多いなどの要因が考えられる。

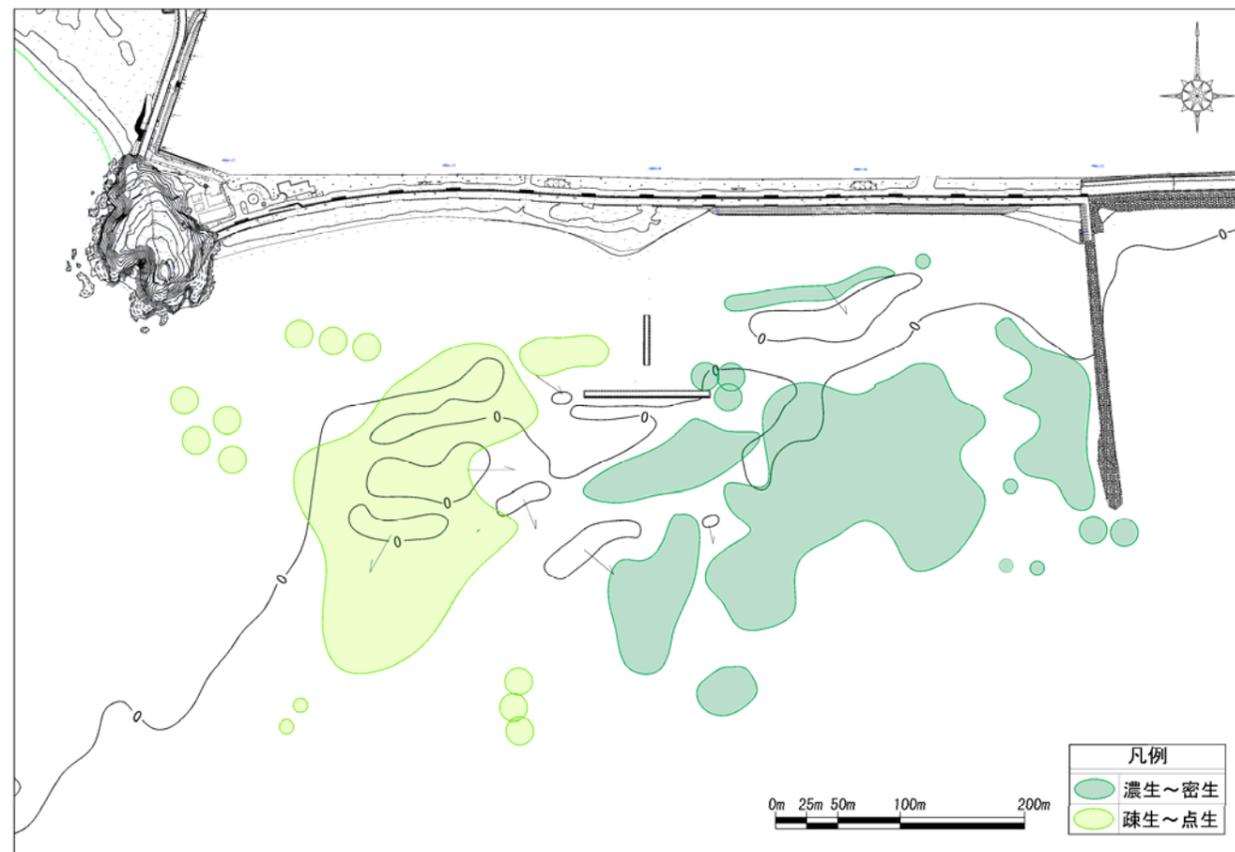
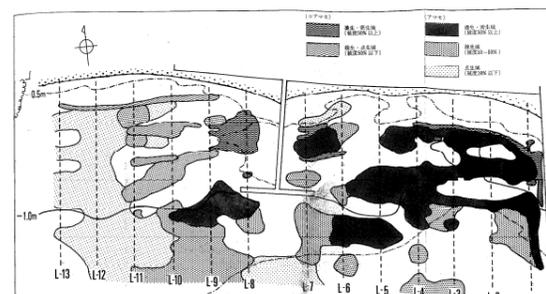


図- 7.1 アマモ分布範囲(平成 25 年 8 月調査)



▲藻場分布(昭和 57 年 2 月調査)

8. むかみ発生原因

これまでの調査結果より、唐船海岸において大量の泥の堆積によるむかみの新たな発生は見られず、また既存のむかみが消滅することもなかった。唐船海岸における「むかみ」は、潮汐や波浪によって分布範囲が変化している場所と、深いむかみが固定化されている場所の大きく2つに分類される。潮汐や波浪によって分布範囲が変化する場所としては「唐船山東側～T 突堤西側」、「T 突堤東側～東防砂堤」であり、深いむかみが固定化されている場所は、「唐船山西側」、「T 突堤周り」である。

したがって、唐船海岸におけるむかみ発生原因を整理するに当たり、上述の4つの場所毎にむかみ発生原因を整理した。

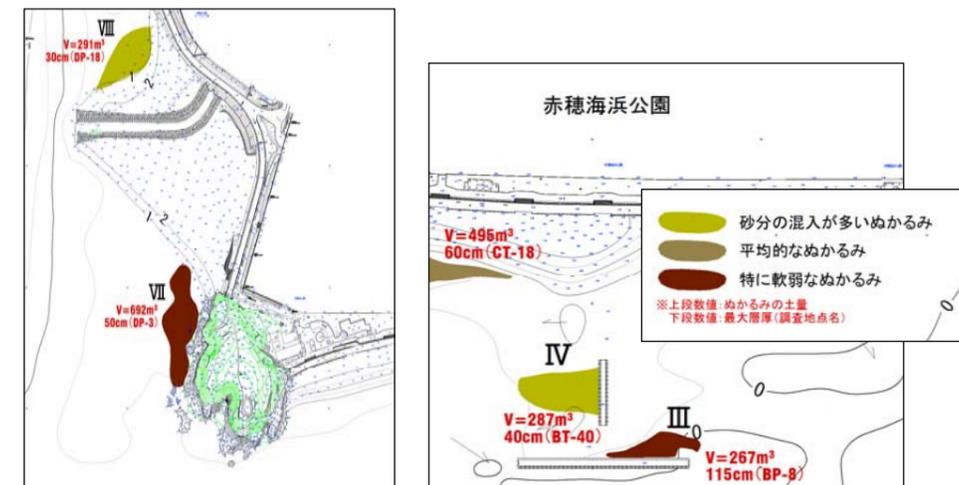


図- 8.1 深いむかみが固定化されている場所(左:唐船山西側、右:T 突堤周り)

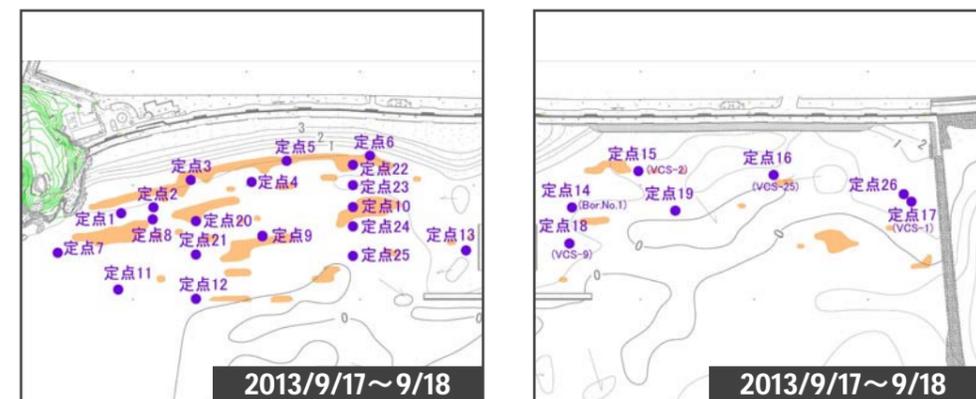


図- 8.2 移動しながらむかみが分布する場所(左:唐船山東側～T 突堤西側、右:T 突堤東側～東防砂堤)

8.1 唐船山西側

8.1.1 めかるみ分布の特徴

深いめかるみ(VII)が存在し、固定化されてほとんど移動しない。なお、めかるみ(VIII)については、表層に砂や細粒土が堆積したり、無くなったりすることで分布が変化し、めかるみの性状は主にシルト質の細粒土である。

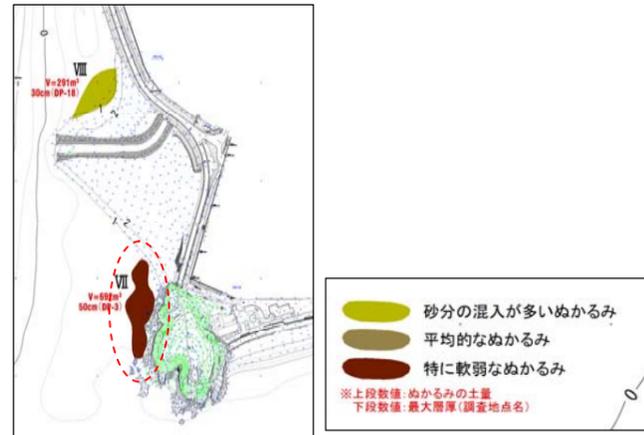


図- 8.3 固定化されて移動しないめかるみ(VII)の位置

8.1.2 計算結果

河川出水時において、排水路上下流側で堆積傾向が強くなる。これは、河川流が排水路の上下流側で滞留し、輸送された細粒土が堆積しやすくなるためである。排水路下流側の唐船山西側では、南北方向砂州が延びており、この砂州と唐船山の間は地盤高がやや低く、土砂が沈降堆積しやすくなることから、めかるみが固定化されやすくなっていると考えられる。

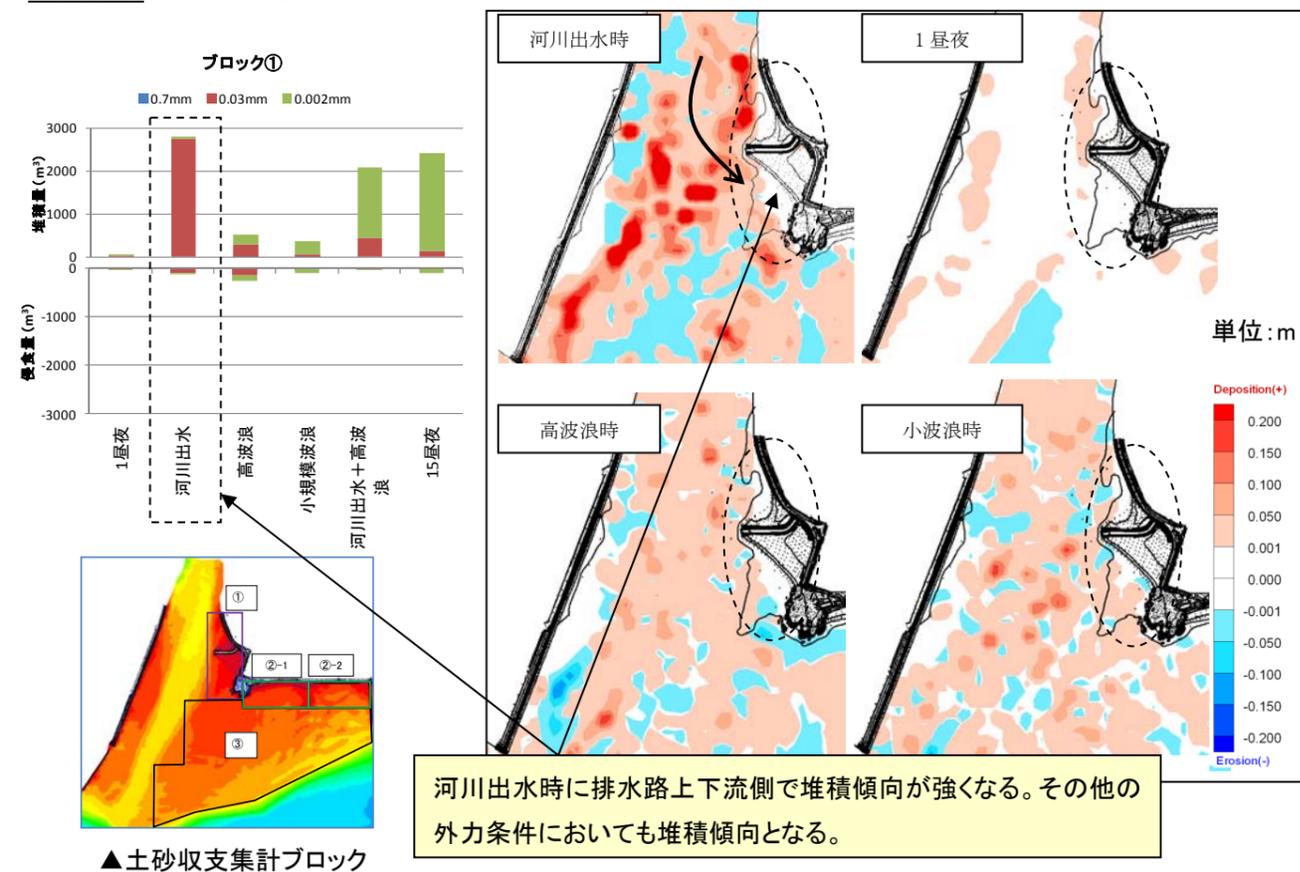
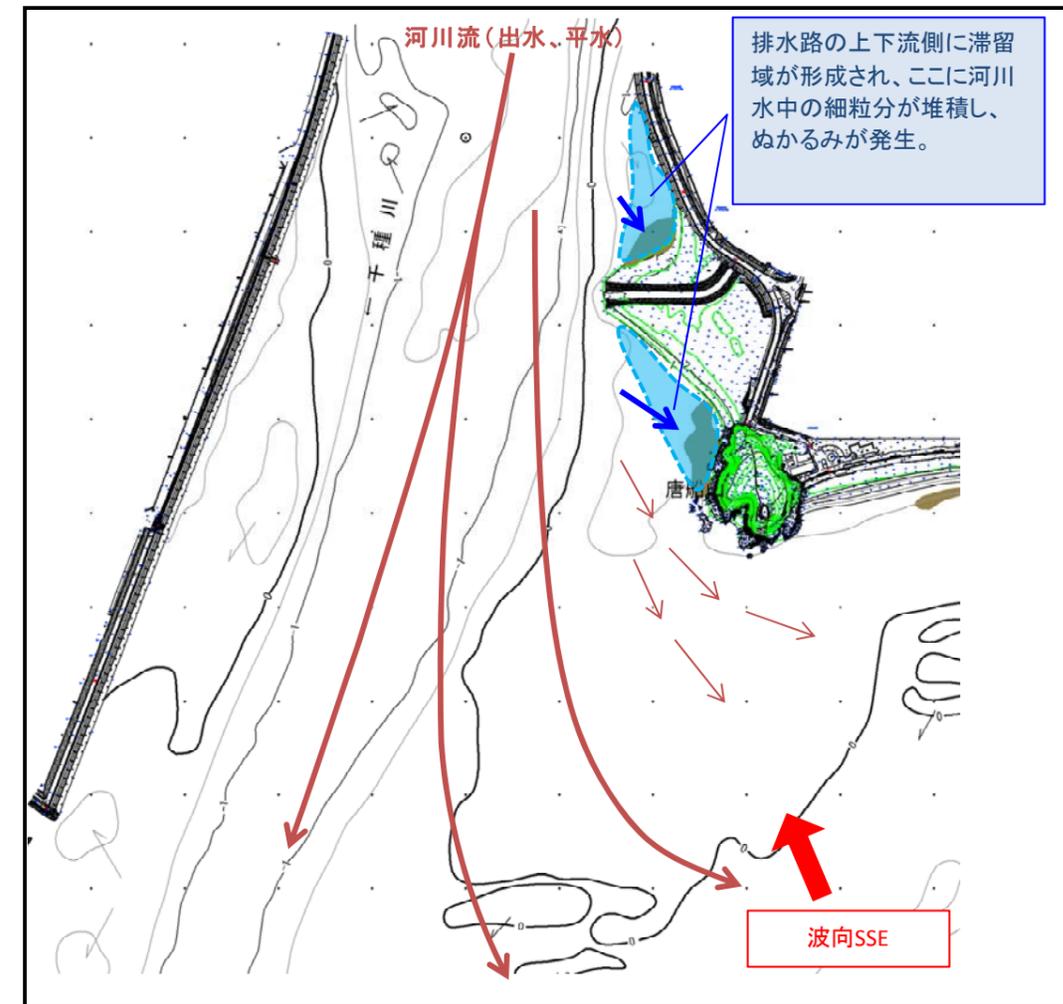


図- 8.4 ブロック①における侵食堆積分布(河川出水時)と土砂収支(計算結果)

【唐船山西側のめかるみ発生原因】

- 河川出水時に堆積量が多くなるが、その他の外力によっても堆積傾向となる。
- 日々作用する潮流による影響は大きいと考えられる。
- 輸送された細粒土は流れが停滞する排水路上下流側で堆積しやすい。
- 唐船山西側では地盤高がやや低くなった地形にめかるみが固定化されていると考えられる。



8.2 唐船山東側～T 突堤西側

8.2.1 めかみ分布の特徴

潮汐や波浪によって、めかみ分布域が変化している。岸沖方向に見られる高低差 20cm 程度のバートラフのトラフ部に泥が堆積する傾向がある。また、T 突堤に近いほど、バートラフが安定して存在することから、めかみの堆積場所は岸沖方向に固定化される傾向が強くなる。

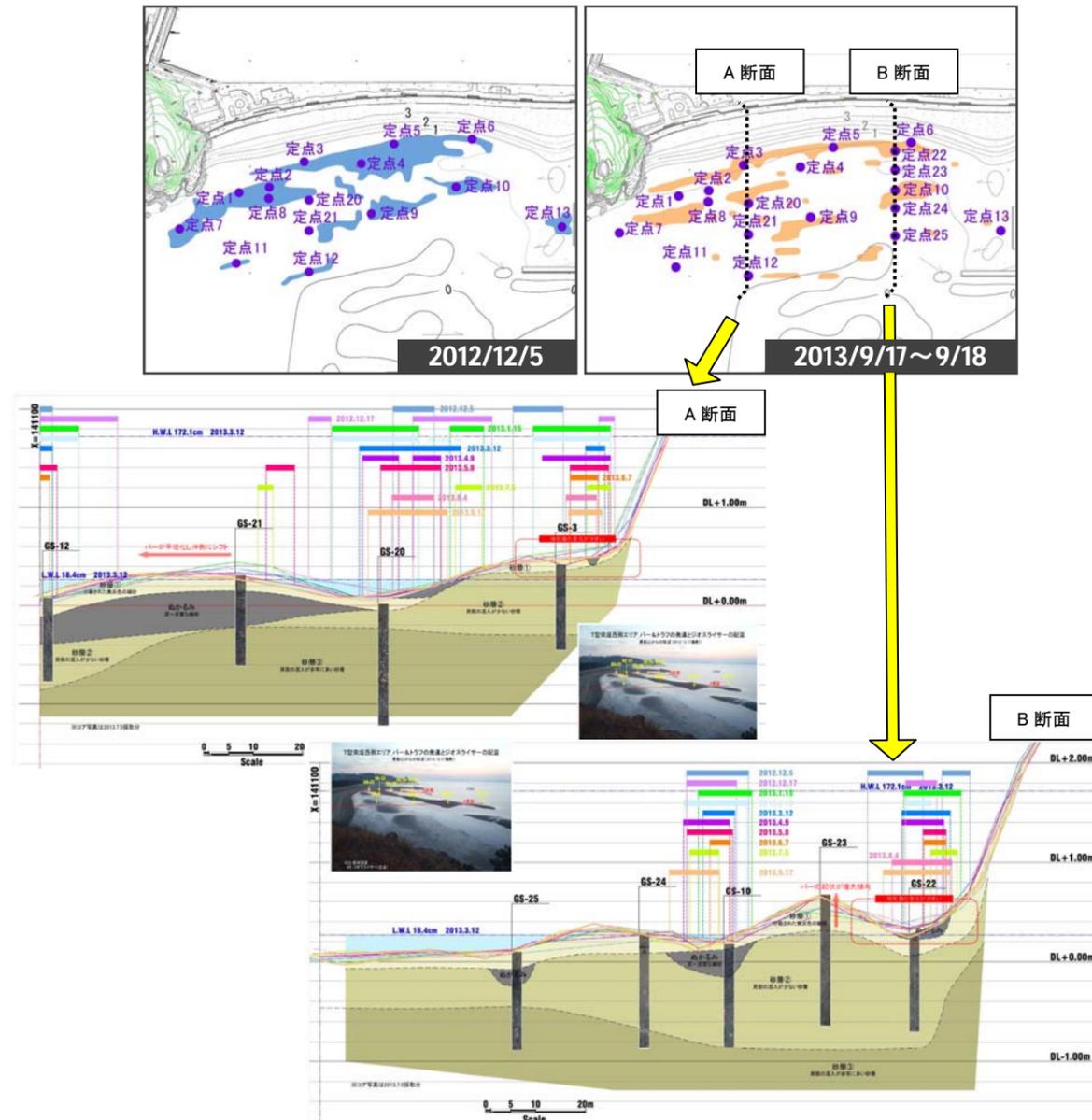


図- 8.5 めかみ分布の変化と岸沖方向のめかみ堆積位置

8.2.2 汀線及び干潟テラスでの SS フラックス

汀線付近の SS フラックスについて、捕砂調査結果(図- 8.6、図- 8.7 参照)より整理すると、波浪によって SS フラックスは大きくなる傾向があり、特に唐船山東側では西及び南に向かう SS フラックスが大きくなる傾向がある。また、計算結果より、1 年確率程度の高波浪作用時には、汀線付近の堆積土砂は沖側へ輸送される傾向(図- 8.9 参照)がある。すなわち、波高が大きくなるとともに浮遊状態となった粒子は西へ輸送され、唐船山付近で南側へ輸送されるようになる。一方で、シルト以下成分の含有量は、唐船山に近い S-1 で最も多いことから、唐船山に近い場所ほど、堆積しやすく、細粒分が多くなると考えられる。実際に、底質調査結果では、唐船山に近い場所では中央粒径が 0.1 ～0.2mm と小さい傾向であった。

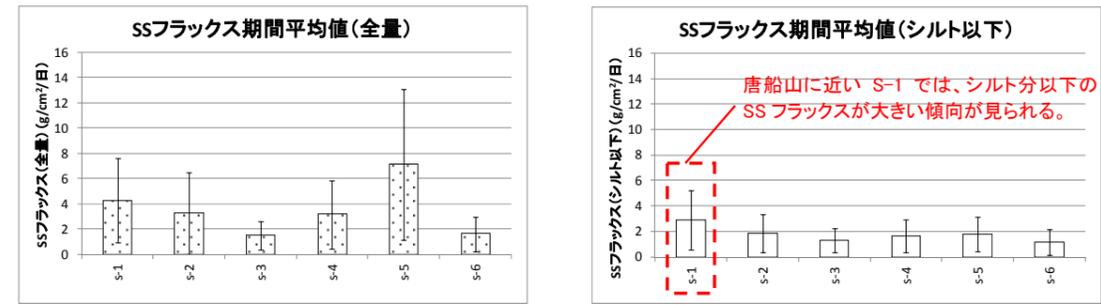


図- 8.6 汀線部の SS フラックス(左:全量、右:シルト以下)

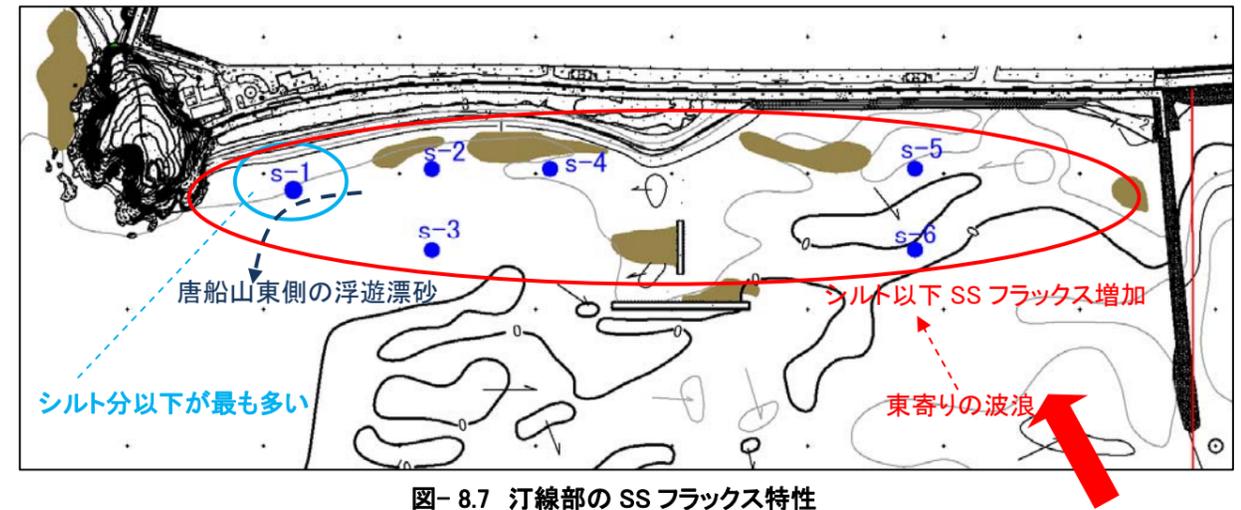


図- 8.7 汀線部の SS フラックス特性

また、干潟テラスでの SS フラックスについては、H24 年度調査結果より図- 8.8 に示すとおりである。

これより、T 突堤沖側の干潟における SS フラックスは、主に W～WNW 方向に向かい、波高の増加とともに SS フラックスも増加している。

したがって、波高が高くなるとともに干潟テラス及び汀線部において、SS フラックスが増加し、汀線部の唐船山に近い場所では西向き、あるいは南向きのフラックスが大きくなる傾向がある。

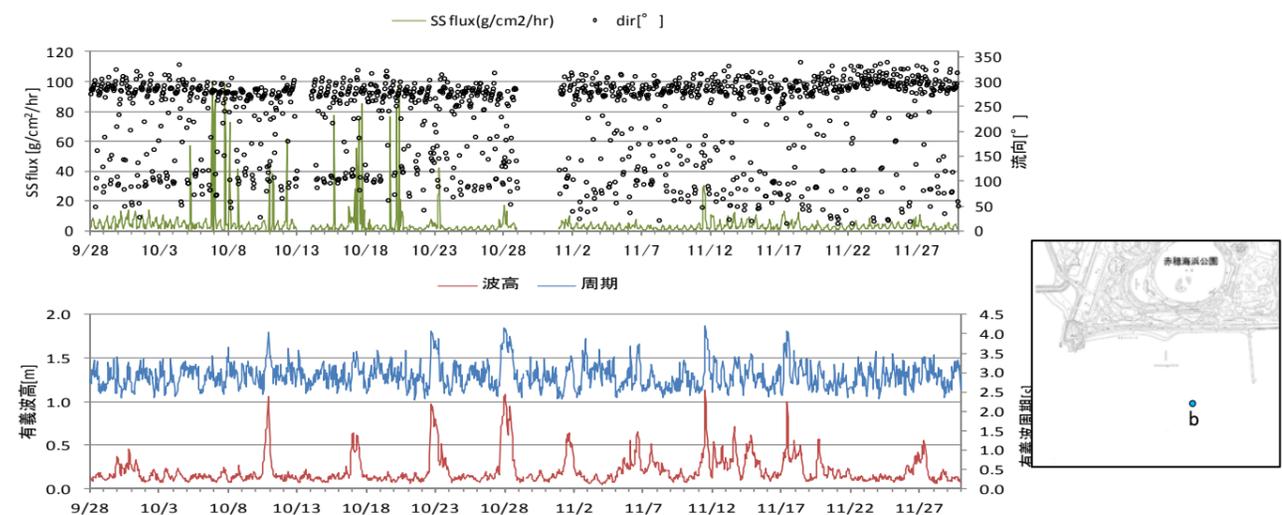


図- 8.8 干潟テラスにおける SS フラックスと波浪

8.2.3 SS フラックス中の中央粒径

水中 SS の中央粒径 d_{50} については、表-8.1 に示すとおりである。これより、各場所での水中 SS の中央粒径は異なる範囲を持っており、特に T 突堤東側においては細砂が多かった。河川水の SS 中央粒径 $10 \mu\text{m}$ が下限値であるが、干潟上及び T 突堤西側でもこれと同等の中央粒径が下限値であった。このことは、干潟での巻き上げ、河川水が汀線部の細粒土の供給に寄与する可能性を示すものと思われる。

表-8.1 水中 SS の中央粒径の比較

場 所	平成 24 年度調査		平成 25 年度調査	
	干潟上採水試料	河川水採水試料	汀線部捕砂試料	
			T 突堤西側	T 突堤東側
中央粒径	16~199 μm	10~18 μm	17~79 μm	84~156 μm

8.2.4 計算結果

唐船山東側～T 突堤西側における侵食堆積傾向及び土砂収支は図-8.9、図-8.10 に示すとおりであり、ぬかるみ発生の主な外力要因は、潮流や小波浪と考えられる。

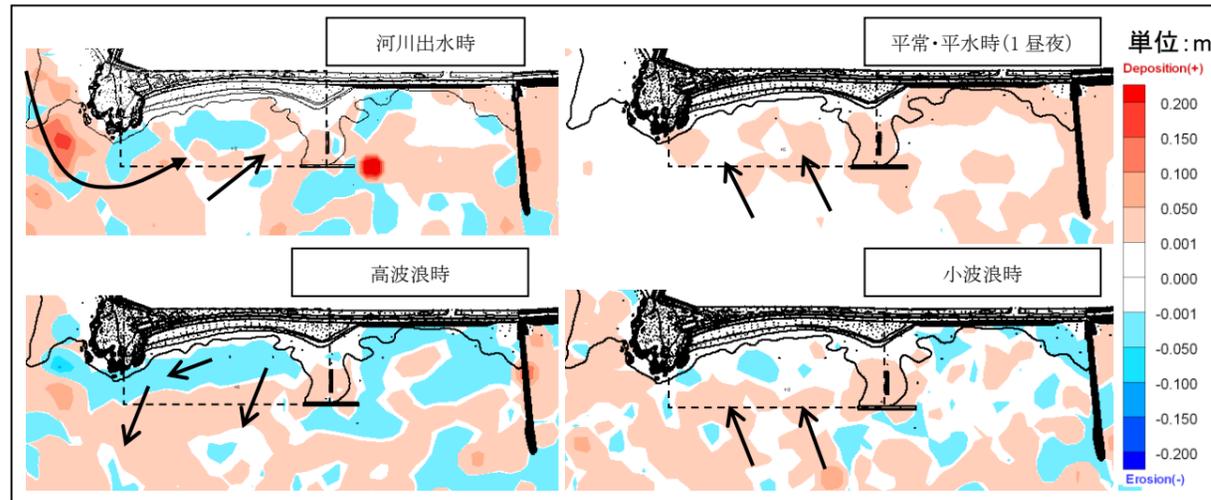


図-8.9 侵食堆積分布図(計算結果)

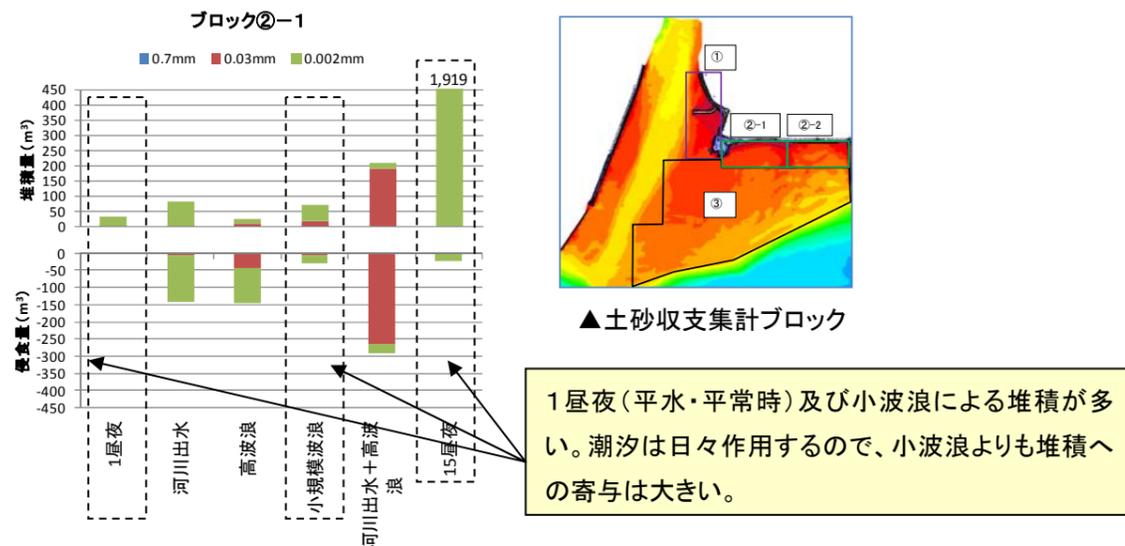
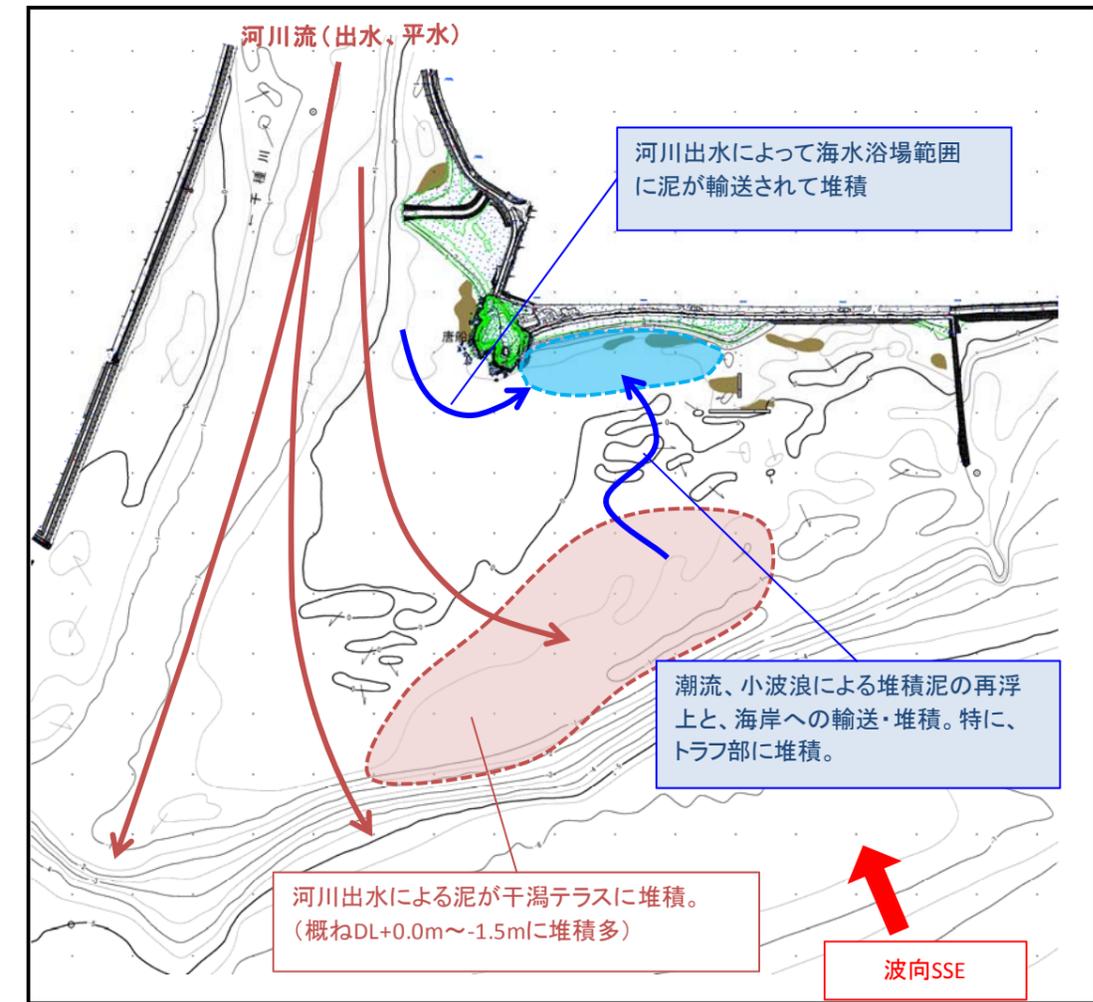


図-8.10 ブロック②-1における土砂収支集計結果(計算結果)

【唐船山東側～T 突堤西側のぬかるみ発生原因】

- 潮流や小波浪によって、汀線付近に土砂が沈降堆積する。
- 河川出水時には河川からの流入土砂が直接海岸部に流入して堆積する。
- 汀線部に輸送された細粒土は、トラフ部に堆積して抜けにくくなる。



8.3 T 突堤周り

8.3.1 めかるみ分布の特徴

深いめかるみ(Ⅲ)が存在し、固定化されてほとんど移動しない。めかるみ(Ⅳ)については、堆積物が変化して固定化されておらず、めかるみ形成時は主にシルト質の細粒土である。

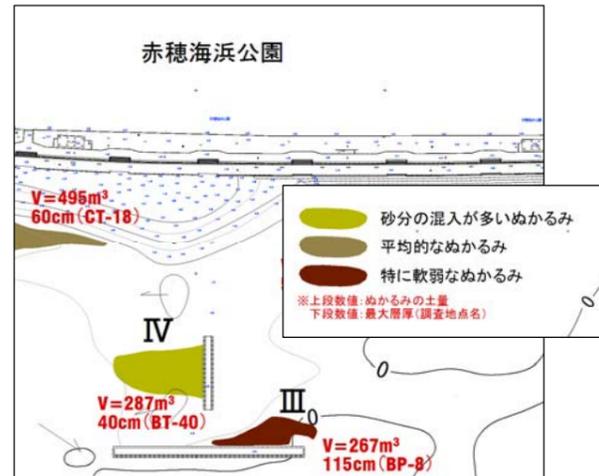


図- 8.11 固定化されている深いめかるみ(Ⅲ)

8.3.2 計算結果

めかるみ(Ⅲ)については、T 突堤建設後、突堤背後への堆砂が進行する中で、何らかの要因によって形成された窪地地形に、潮流や波浪によって輸送された細粒土が沈降堆積したものと考えられる。また、T 突堤横一文字の背後では、河川出水を除く潮汐、高波浪、小波浪の外力によって堆積傾向となっており、**T 突堤背後では堆積傾向**となっているものと考えられる。めかるみ(Ⅳ)の場所においても、T 突堤の存在によって堆積傾向であると考えられる。

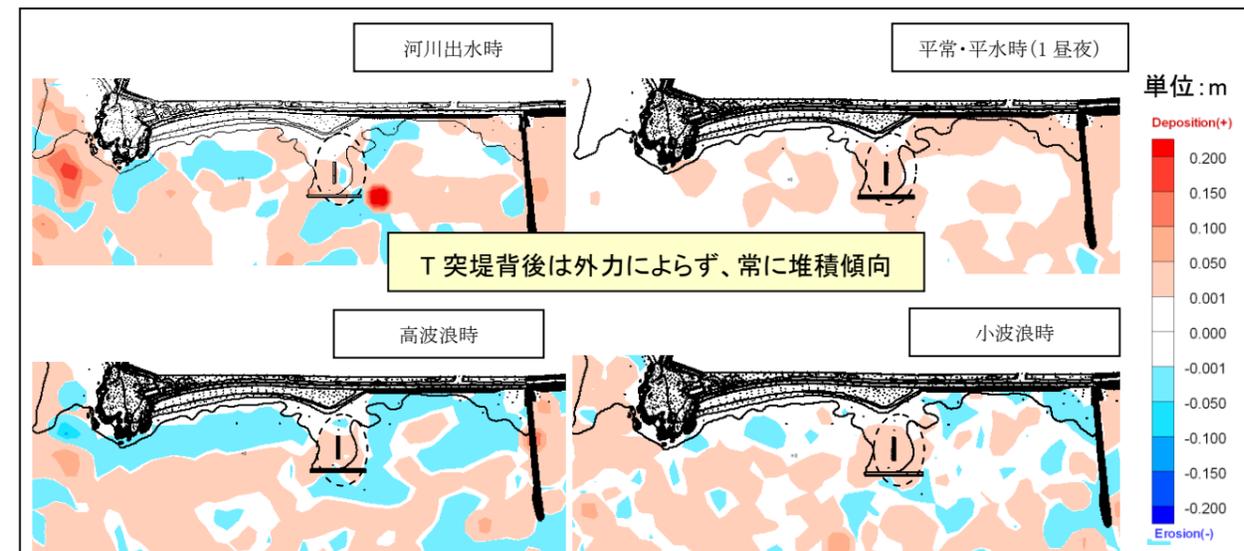
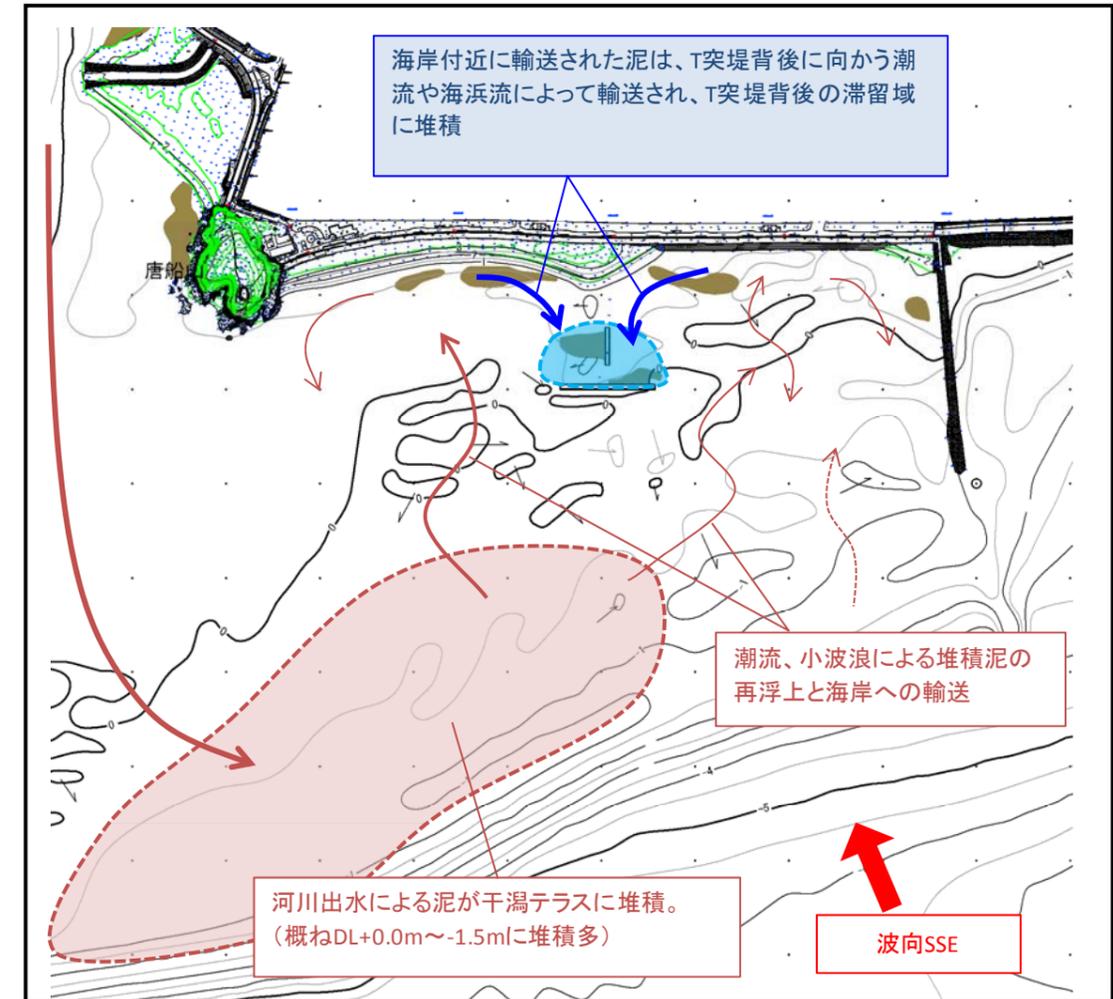


図- 8.12 侵食堆積分布(計算結果)

【T 突堤周りのめかるみ発生原因】

- 外力に関わらず常に堆積傾向となる。
- T 突堤横一文字背後の深いめかるみは、T 突堤建設後に堆砂が進む中、窪地が形成され、そこに輸送された細粒土が沈降堆積したのと考えられる。



8.4 T 突堤東側～東防砂堤

8.4.1 めかるみ分布の特徴

めかるみは点在し、その堆積場所はほとんど変化しない。相対的にめかるみは唐船山東側～T 突堤西側より少ない。

分布範囲はほとんど変化せず、めかるみはほとんど移動していない。

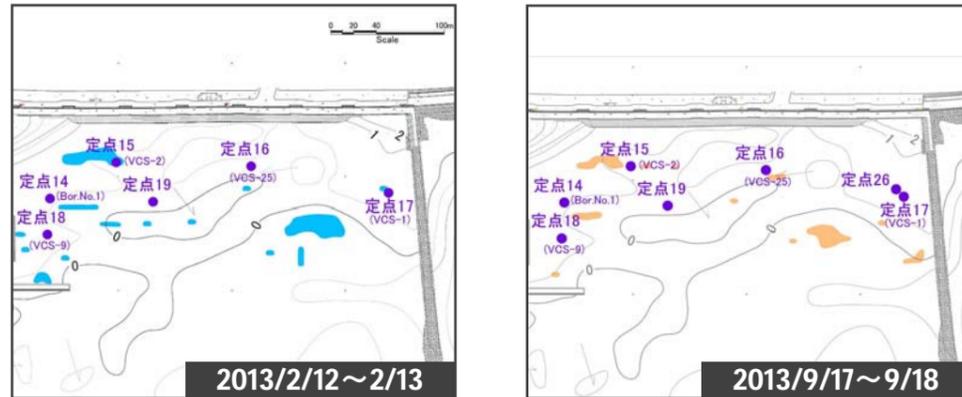


図- 8.13 移動するめかるみ分布の変化

8.4.2 計算結果

侵食堆積分布及び土砂収支は図- 8.14、図- 8.15 に示すとおりである。

堆積域は出水時及び潮流作用時に広くなり、特に潮流による堆積域が最も広くなる。一方で、波浪作用時には侵食傾向が見られ、一部に堆積傾向が残る分布となっている。土砂収支については、河川出水、高波浪による堆積量への寄与が大きいが、堆積分布域は潮流作用時に比べて小さい。これは、堆積域における堆砂厚が相対的に大きくなるためである。特に、高波浪時においては、T 突堤西側と比較しても、空間的な侵食堆積傾向は同様の傾向であるが、土砂収支としては堆積が多いことから、堆積域の堆砂厚が T 突堤西側よりも多くなっている。

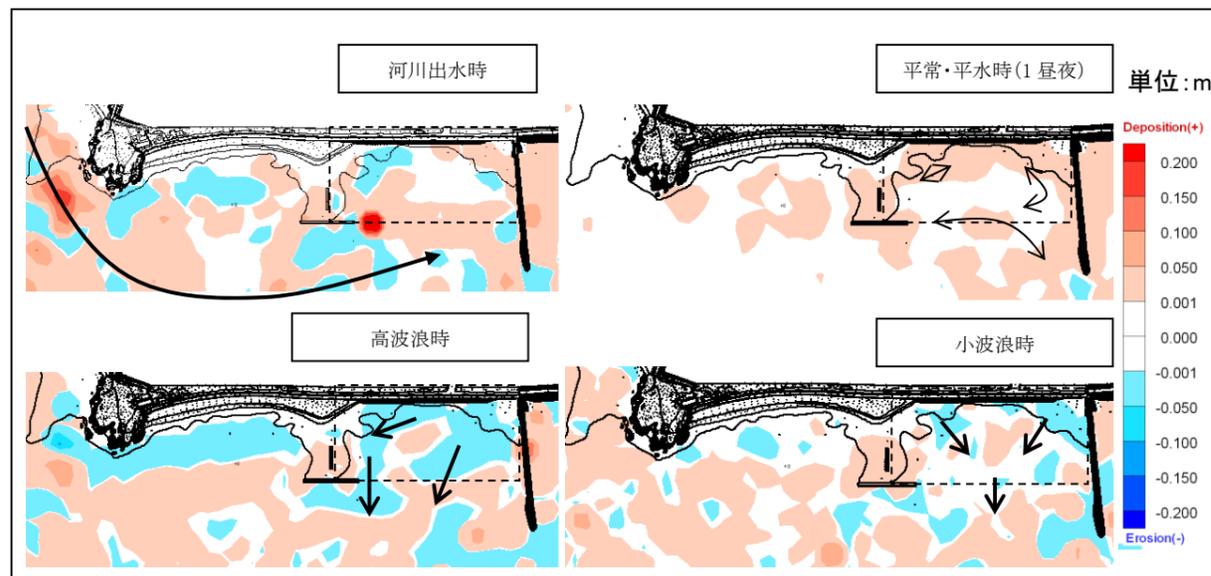


図- 8.14 侵食堆積分布図(計算結果)

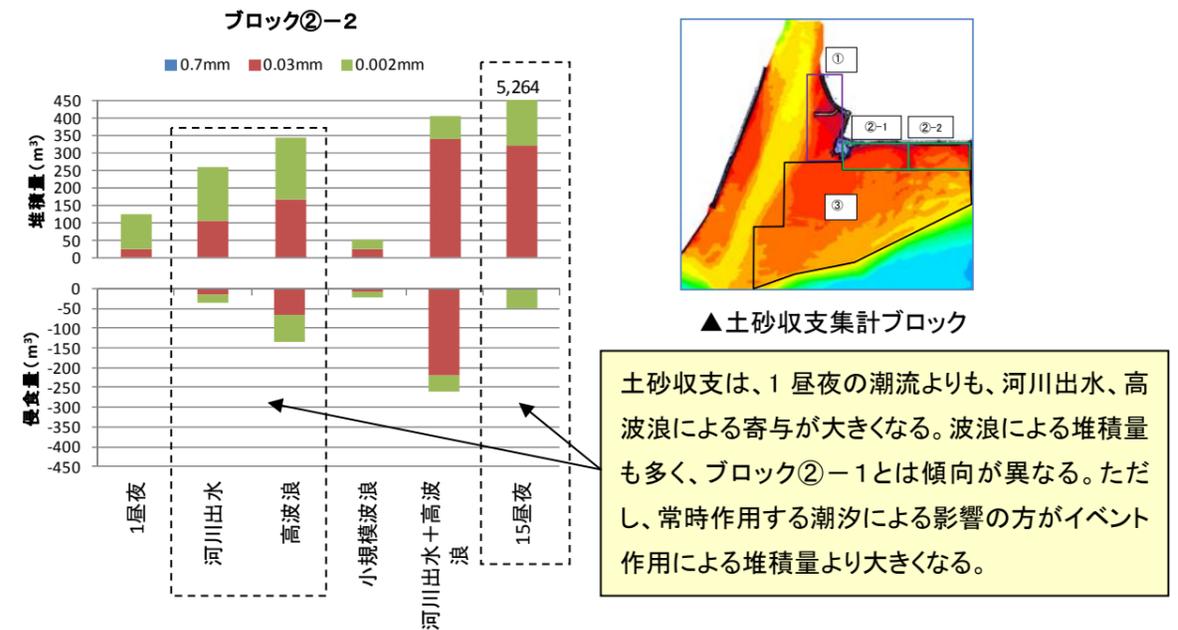
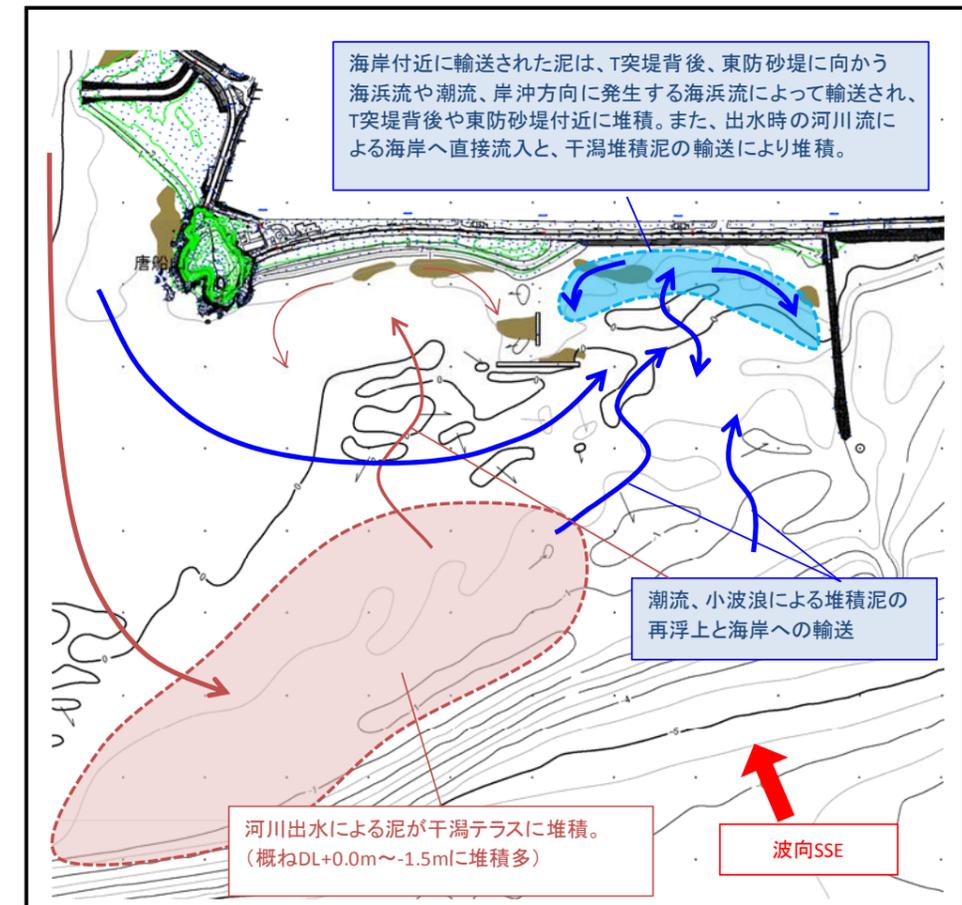


図- 8.15 ブロック②-2における土砂収支集計結果(計算結果)

【T 突堤東側～東防砂堤のめかるみ発生原因】

- 潮流の作用により、堆積域が面的に広がる。
- 河川出水、高波浪時には、面的には侵食域が拡大するが、T 突堤背後や東防砂堤に堆積域が形成される。
- 潮流は常時作用することから、一時的に発生する河川出水や高波浪に比べて堆積量は大きくなる。



8.5 干潟テラスにおける侵食堆積傾向

干潟テラスでは、出水時に唐船山から南の舌状地形で堆積傾向が見られ、南からの波浪によって干潟テラス外縁部で堆積傾向が見られた。特に、H25.9.4~5の大規模出水前後で、唐船山南の舌状地形では堆積・侵食が著しく、干潟テラス外縁部においては堆積傾向に加え、5cm程度の泥の堆積も目視確認された。

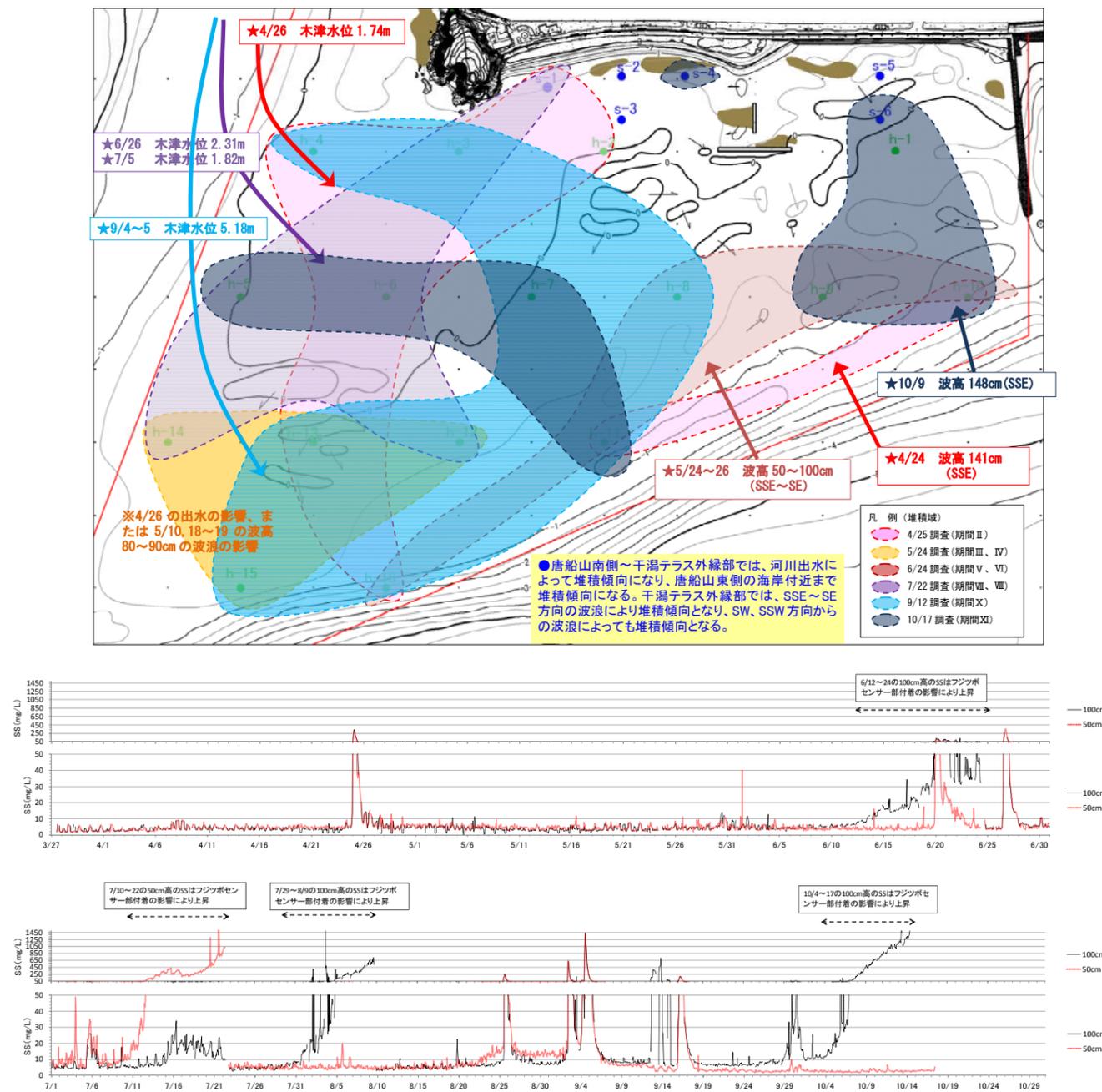


図- 8.16 唐船海岸の砂面変動特性と濁度変化

また、河川出水によって海水浴場への直接的な泥の供給までは不明であるが、出水に伴って唐船山から T 突堤西側までの範囲では、堆積傾向であった。

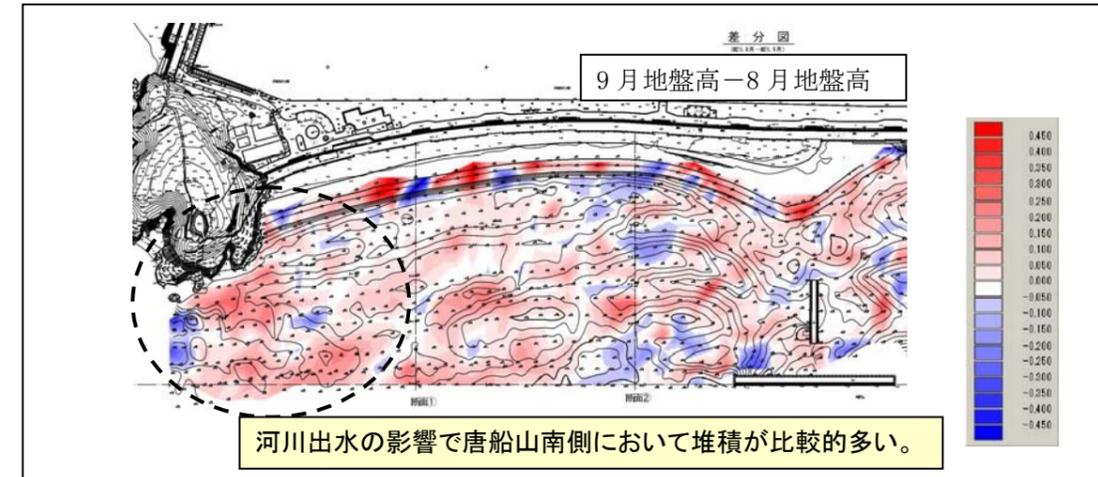


図- 8.17 大規模出水前後(H25.8-9)における地形変化特性

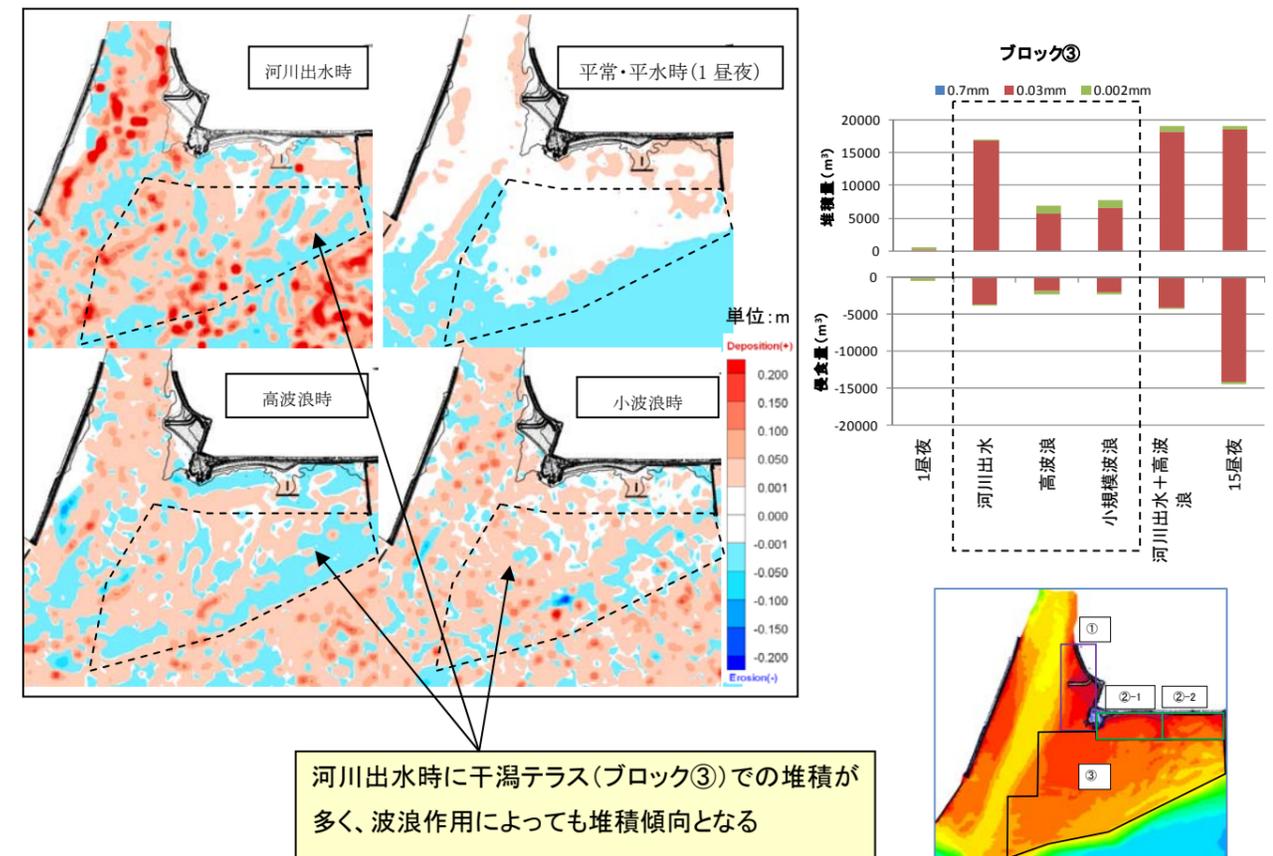


図- 8.18 侵食堆積分布とブロック③における土砂収支集計結果

▲土砂収支集計ブロック

8.6 唐船海岸におけるぬかるみ発生原因

場所	唐船山西側	唐船山東側～T突堤西側 2013/9/17～9/18	T突堤周り 赤穂海浜公園	T突堤東側～東防砂堤 2013/9/17～9/18
ぬかるみ分布の特徴	<p>堆積厚 VII: 層厚20～50cm、平均33cm (H24.10 突棒) VIII: 層厚10～30cm、平均20cm (H24.10 突棒)</p> <p>移動性 ・唐船山西側のぬかるみ(VII)は、ほとんど移動しない。 ・排水路北側のぬかるみ(VIII)は、表層堆積物の変化により、分布が変化する。ぬかるみ性状はシルトを主体とした細粒土である。</p> <p>その他 ・唐船山西側のぬかるみ(VII)は、特に軟弱。</p>	<p>層厚5～48cm (H25.1 最大48cm)</p> <p>・表層部の堆積物は潮汐や波浪により変化するが、表層下位の堆積物はほぼ固定されている。 ・表層部、下層部ともにトラフ部を中心に軟弱な黒い泥が堆積し、ぬかるみを形成している。 ・表層ぬかるみの層厚は表層を覆う堆積物の厚さ、土質により変化する。</p> <p>・T突堤から岸沖方向にパートラフ(高低差20cm程度)が存在。 ・トラフ部にぬかるみが堆積し、固定化される。 ・パートラフはT突堤に近い場所ほど、安定して存在する。</p>	<p>III: 層厚10～115cm、平均58cm (H24.10 突棒) IV: 層厚5～30cm (H24.12 最大30cm)</p> <p>・ぬかるみ(III)は、ほとんど移動しない。 ・ぬかるみ(IV)は、表層堆積物の変化により、分布が変化する。ぬかるみ性状はシルトを主体とした細粒土である。</p> <p>・ぬかるみ(III)は、特に軟弱。</p>	<p>層厚5～43cm (H25.2 最大43cm)</p> <p>・表層部の堆積物は潮汐や波浪により変化する。 ・表層下位の堆積物はほぼ固定されている。 ・表層部は東防砂堤とT突堤の付け根付近、下層部はT突堤の付け根付近に軟弱な黒い泥が堆積し、ぬかるみを形成。 ・表層ぬかるみの層厚は表層を覆う堆積物の厚さ、土質により変化する。</p> <p>T突堤西側よりも、ぬかるみの分布範囲は狭く、変化も小さい。</p>
外力等	<p>流況 ・河川流は、排水路先端から河道側を流れる。 ・唐船山西側のぬかるみ付近での流れは小さくなる。 ・排水路北側においても、護岸と排水路先端に囲まれる水域は流れが停滞する。</p> <p>波浪 ・右岸側の干拓地による遮蔽効果、唐船山から南南西に伸びる舌状砂州による浅水変形により、波高は小さくなる。</p> <p>土砂供給 ・河川水中の土粒子中央粒径は10～18μm程度。 ・河川水中の土粒子が堆積。</p>	<p>・潮汐流は東西方で西向き流れの方が大きい。 ・波浪作用時に岸沖方向の流速成分が大きくなる。 ・表層を流れる河川水は、唐船山南側をT突堤に向かって東に流れる。</p> <p>・干潟の存在により、T突堤東側よりも波高は低減される。</p> <p>・出水によって、干潟テラスに土砂が堆積。 ・潮流や波浪によって干潟テラスの堆積泥が再浮上して、海岸に輸送される。 ・波浪により、上図の定点2付近では西及び南方向へのSSフラックスが顕著になる。 ・河川出水により、海岸へ直接土砂が供給される。 ・輸送される土粒子中央粒径は、17～79μm程度。</p>	<p>・T突堤周辺の潮流は小さい。 ・波浪による海浜流はT突堤背後で小さくなる。</p> <p>・遮蔽域になるため、波高は小さくなる。</p> <p>・潮流や波浪によって、干潟テラスの堆積泥が再浮上し、海岸に輸送される。 ・海岸付近に輸送されて、構造物背後に輸送される。</p>	<p>・潮流はT突堤西側よりも小さい。 ・波浪によって岸沖方向の海浜流が大きくなる。</p> <p>・T突堤西側よりも地盤高が低いため、南～東寄りの波は相対的に波高は高くなる。</p> <p>・潮流や波浪によって、干潟テラスの堆積泥が再浮上して、海岸に輸送される。 ・波浪によって侵食された土砂は、T突堤背後や東防砂堤へ輸送される。 ・河川出水によって土砂が直接流入する。 ・汀線付近の輸送される土粒子中央粒径は、84～156μm程度。</p>
周辺環境	<p>・表層底質は中砂。ぬかるみ(VII)はシルト。</p>	<p>・アマモが疎生～点生で分布。 ・表層底質は、波打ち際を除いて主に細砂。部分的にシルトの場所もあり。</p>	<p>・表層底質は、細砂～中砂。</p>	<p>・アマモが濃生～密生で繁茂。 ・表層底質は細砂～中砂。</p>
利用環境	<p>・ぬかるみ(VII)の近くは、毎年、潮干狩り場として利用されている。 ・夏季には海岸に入って遊ぶ人も見られる。 ・シラス漁が唐船山に近い河口域で行われる。</p>	<p>・海水浴場として利用されている。 ・海水浴シーズン以外も、唐船山側からT突堤沖側まで歩いて遊ぶ人が見られる。</p>	<p>・T突堤沖側に定置網が設置されている。</p>	<p>・アマモ分布状況の調査や環境学習が行われている。 ・通常は、ほとんど人は入らない。 ・東防砂堤沖のDL-1.0mよりも沖側では、タコ壺や定置網が設置されている。</p>
ぬかるみ発生原因	<p>河川流(出水、平水) 排水路の上下流側に滞留域が形成され、ここに河川水中の細粒分が堆積し、ぬかるみが発生。</p> <p>波向SSE</p> <p>・河川出水時に堆積量が多くなるが、その他の外力によっても堆積傾向となる。 ・日々作用する潮流による影響は大きいと考えられる。 ・輸送された細粒土は流れが停滞する排水路上下流側で堆積しやすい。 ・唐船山西側では地盤高がやや低くなった地形にぬかるみが固定化されると考えられる。</p>	<p>河川流(出水、平水) 河川出水によって海水浴場範囲に泥が輸送されて堆積</p> <p>潮流、小波浪による堆積泥の再浮上と、海岸への輸送・堆積。特に、トラフ部に堆積。</p> <p>河川出水による泥が干潟テラスに堆積。(概ねDL+0.0m～-1.5mに堆積多)</p> <p>波向SSE</p> <p>・潮流や小波浪によって、汀線付近に土砂が沈降堆積する。 ・河川出水時には河川からの流入土砂が直接海岸部に流入して堆積する。 ・汀線部に輸送された細粒土は、トラフ部に堆積して抜けにくくなる。</p>	<p>海岸付近に輸送された泥は、T突堤背後に向かう潮流や海浜流によって輸送され、T突堤背後の滞留域に堆積</p> <p>潮流、小波浪による堆積泥の再浮上と海岸への輸送</p> <p>河川出水による泥が干潟テラスに堆積。(概ねDL+0.0m～-1.5mに堆積多)</p> <p>波向SSE</p> <p>・外力に関わらず常に堆積傾向となる。 ・T突堤横一文字背後の深いぬかるみは、T突堤建設後に堆積が進む中、窪地が形成され、そこに輸送された細粒土が沈降堆積したものと考えられる。</p>	<p>海岸付近に輸送された泥は、T突堤背後、東防砂堤に向かう海浜流や潮流、岸沖方向に発生する海浜流によって輸送され、T突堤背後や東防砂堤付近に堆積。また、出水時に海岸へ直接流入して堆積。</p> <p>潮流、小波浪による堆積泥の再浮上と海岸への輸送</p> <p>河川出水による泥が干潟テラスに堆積。(概ねDL+0.0m～-1.5mに堆積多)</p> <p>波向SSE</p> <p>・潮流の作用で堆積域が面的に広がる。 ・河川出水、高波浪時には、面的には侵食域が拡大するが、T突堤背後や東防砂堤に堆積域が形成される。 ・潮流は常時作用することから、一時的に発生する河川出水や高波浪に比べて堆積量は大きくなる。</p>