

第15回 駿河海岸保全検討委員会

～モニタリングの実施状況～

令和5年11月

国土交通省中部地方整備局
静岡河川事務所

はじめに

【背景】

海岸の土砂管理において、地形変化、漂砂の実態把握が重要となる。駿河海岸では、これまで基本的に定期的な地形測量（1回/年）により長期的な地形変化を把握してきたが、高波浪や出水による短期的な地形変化は把握できていない。よって、新たなモニタリング手法を用いて、短期的な地形変化も把握していくことが求められる。

“土砂管理上支障のない精度を有し”、“高頻度に”、“迅速に”、“安価に”、“簡易な”対応可能なモニタリング手法の導入を検討する。

【検討手順】

これまで検討済み

駿河海岸における現状と課題に対して活用が考えられるモニタリング手法の抽出

今回の検討報告：
得られたデータをどのように活用できるか確認

各種手法に対する検討（適用性、活用場面の整理）

衛星画像
第12回委員会
～第14回委員会

ラジコンボート
(NMB測量)
第14回委員会

UAVグリーン
レーザー測量
第14回委員会

水中ドローン
(ROV)
第14回委員会

漁船ビッグ
データ
第12回委員会から
継続中

CCTVカメラ
を活用した
汀線位置モニ
タリング
第10回委員会から
継続中

次回以降

これまでに実施した各種モニタリング手法の検討成果をとりまとめ

次回以降：
今回の検討結果を
基にデータを蓄積

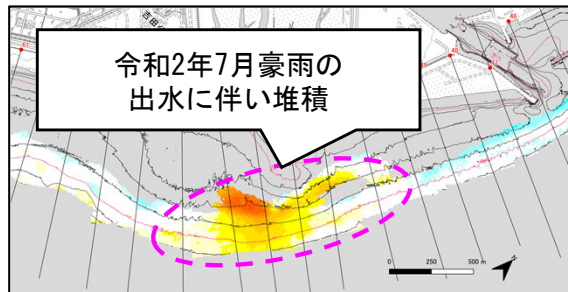
駿河海岸における各種手法の適用性を判断した上で
活用及びデータの蓄積を開始

はじめに

令和5年度は、各領域で適用するモニタリング（案）のうち、「漁船ビッグデータによる大井川河口部のモニタリング」および「CCTVカメラによる汀線変化モニタリング」について手法の確立を目指す。

第15回委員会では、これまでのモニタリング結果を整理し、現時点での課題を抽出する。

項目	漁船ビッグデータによる大井川河口部のモニタリング	CCTVカメラによる汀線変化モニタリング
目的	総合土砂管理の観点から、出水前後の短期～中期的な海底変化を計測し、出水による河口テラスの変化及び供給土砂量の把握する。	地形変化が生じやすい突堤間の地形変化特性を把握や目標浜幅の達成状況をモニタリングするために、高頻度の地形変化を計測する。
求められる精度	年1回の測量では把握できない短期的な地形変動が把握できる精度	年間の短期変動量相当の汀線変化が把握できる精度
前回までの検討内容	<ul style="list-style-type: none"> データ取得（南駿河湾漁協吉田支所の協力による）および作成手法を確認した。 出水後の河口テラス堆積状況が把握できることを確認した。 大井川左岸側のデータ密度が低いことを確認した。 	<ul style="list-style-type: none"> 取得データからの汀線抽出手法および座標変換手法を確認した。（1画角） 4画角の動画を用いて広域の汀線モニタリングを実施する方針を提示した。
今回の検討内容	<ul style="list-style-type: none"> 大井川港漁協の協力を得て、大井川左岸側のデータが充実したことを報告する。 複数の出水に対する地形変化が得られたことを報告する。 	<ul style="list-style-type: none"> 4画角の動画を用いた広域の汀線モニタリング結果を報告する。 精度検証および向上等の課題について報告する。



令和元年12月NMB測量成果と
令和2年7月～9月漁船取得データの差分



CCTV画像サンプル

1. 第14回検討委員会でのご意見と対応

- 第14回検討会でいただいたご意見に対する対応は、以下のとおりである。

表 第14回検討委員会でのご意見と対応

ご意見	対応状況及び対応方針
<ul style="list-style-type: none"> UAVグリーンレーザーを用いなくても、陸上部分においては写真測量を用いることができるので、写真測量を組み合わせることで安価で詳細な測量ができると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 施設被災時、高波浪時などの短期的な地形変化の把握に写真測量の活用を検討します。
<ul style="list-style-type: none"> グリーンレーザー測量と漁船ビッグデータの間で測量できない部分があるため、河口域のような両者の境にある地点の測量が可能か検討を進めてもらいたい。 	<p>【今回報告事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> 漁船ビッグデータのほかに実施している定期測量（NMB測量）は浅海域も含めてデータを取得しているため、定期測量と合わせて河口域の地形変化を評価します。（P.6-7） 令和5年度から、大井川港漁協からもデータを取得を開始したため、漁船ビッグデータの活用について引き続き検討します。（P.5） <p>河口域の新たなモニタリング手法については、今後も情報を収集し、有効であると考えられる手法があれば駿河海岸での適用性を確認します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> モニタリング手法を数種類検討しており、その中から組み合わせてうまく活用していくことになるかと考えているが、各手法の活用のタイミング等についても整理いただいた方がよい。 	<p>【今回報告事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各モニタリング手法について、活用のタイミングを整理しました。（P.16）

2.漁船ビッグデータの活用(第14回委員会提示成果)

- 漁船ビッグデータを用いて、令和2年7月豪雨の出水前後の大井川河口部地形を確認し、出水による影響で河口テラスが沖に出ている状況を確認した。
⇒漁船ビッグデータにより、定期測量では把握できていない範囲・頻度の地形変化を把握することが可能である。
- 地形データの取得範囲を増やすことを目的に、現状の南駿河漁協（吉田漁港）の漁船のみでなく、大井川港漁協の漁船にも協力を依頼する方針を示した。

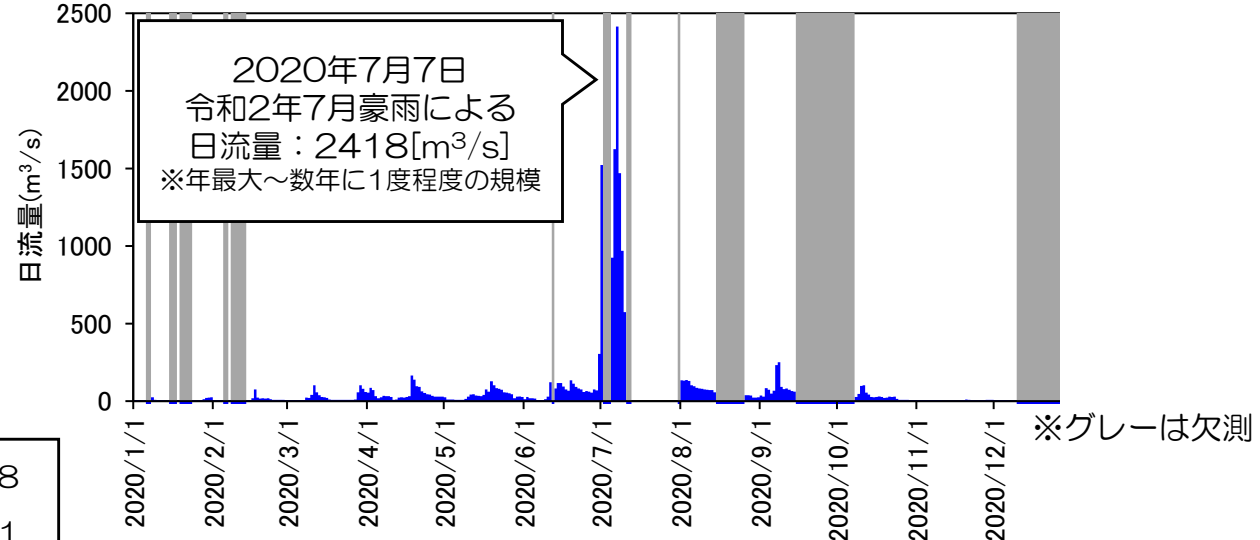


図 2020年の日流量（観測所：神座）

——— : 2019/10/13~2019/11/28
 - - - - : 2020/07/13~2020/09/01
 ※破線：1m間隔、実線：5m間隔

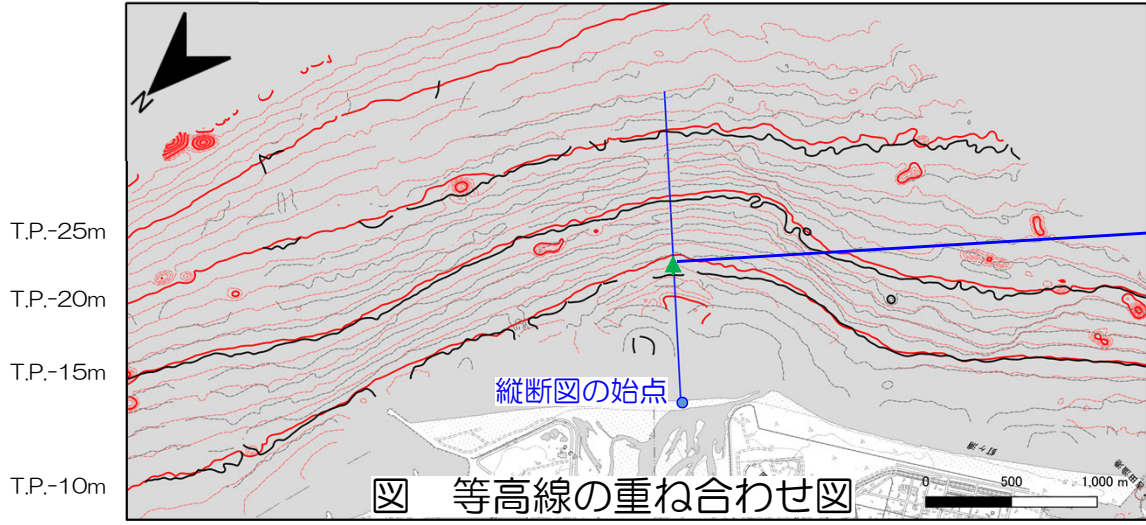
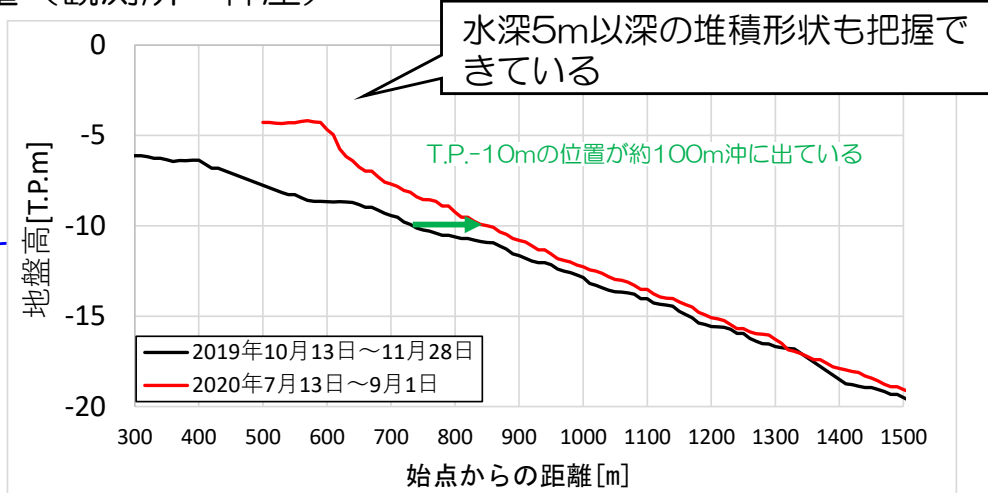


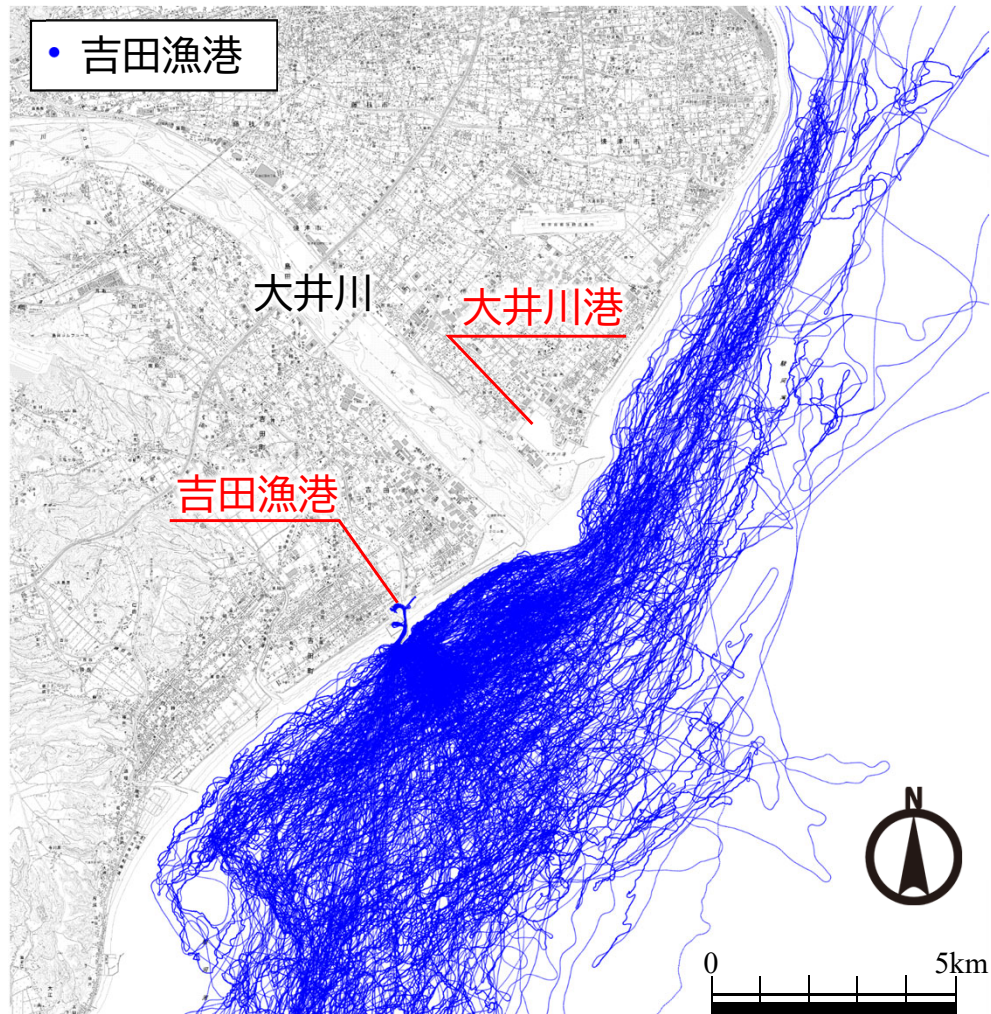
図 等高線の重ね合わせ図



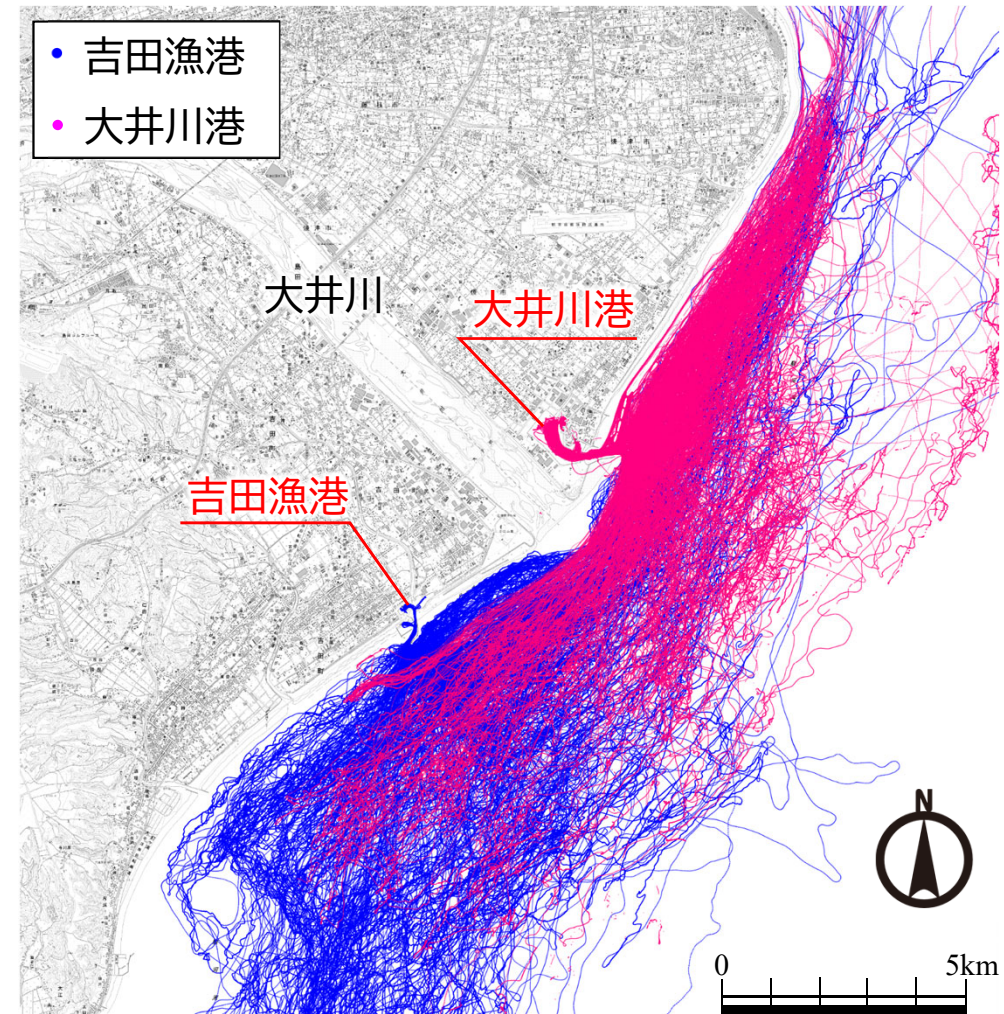
※三重大学 岡辺准教授からの提供データより作成
 ※「第14回駿河海岸保全検討委員会」資料抜粋

2. 漁船ビッグデータの活用(大井川港漁協漁船データの追加)

- 令和5年3月から、南駿河湾漁協（吉田漁港）の漁船7隻に加え、大井川港漁協の協力を得て、新たに7隻にロガーを設置し、データを収集している。
- 令和5年9月に、吉田漁港および大井川港のデータを回収した。取得データから作成した航跡図を確認すると、大井川港のデータを追加したことにより、大井川左岸のデータ密度が高くなる。
- 今後継続して吉田漁港・大井川港のデータを取得する。第16回委員会では令和5年度の地形変化を示す。



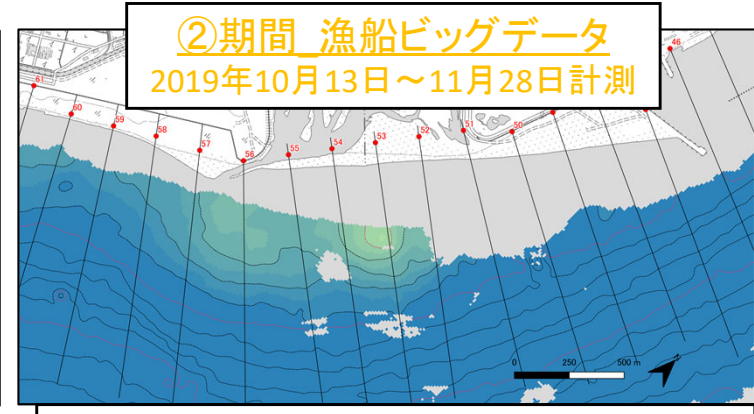
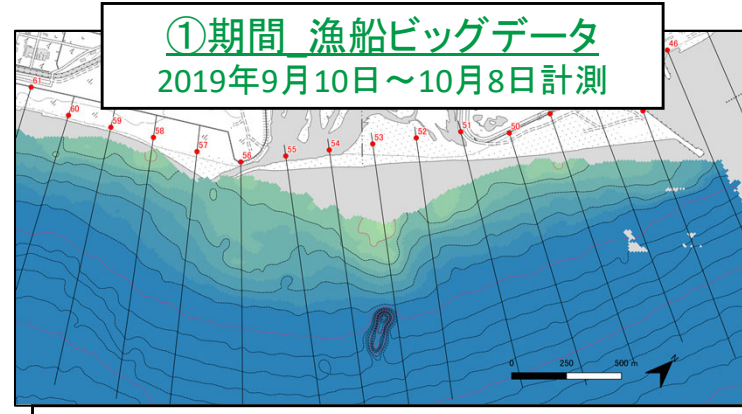
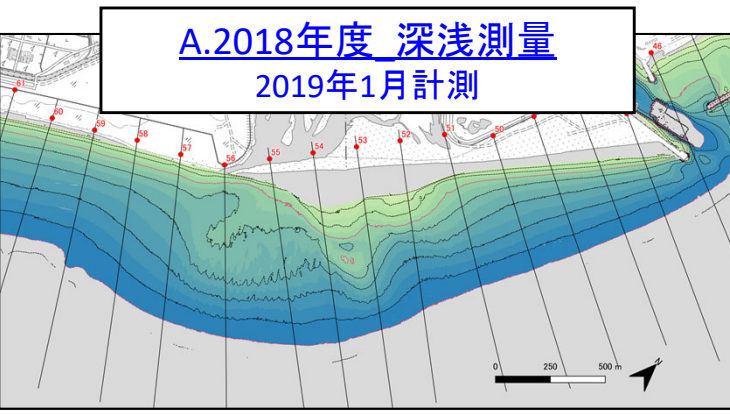
航跡図（南駿河湾漁協（吉田漁港）漁船）



航跡図（南駿河湾漁協（吉田漁港）、大井川港漁協漁船）

2. 漁船ビッグデータの活用(令和元年の地形変化)

- 深浅測量と令和元年度に取得された漁船ビッグデータから出水前後の大井川河口部の地形変化を整理した。
 - 台風19号襲来前の①期間の差分図を見ると、1,000m³出水では1m以上の堆積はほとんど見られない。
 - 台風19号襲来後の②期間の差分図を見ると、2,000m³規模の出水で、大井川河口部で1m以上の堆積が見られる。
- 出水規模による河口部地形変化の差が確認できた。

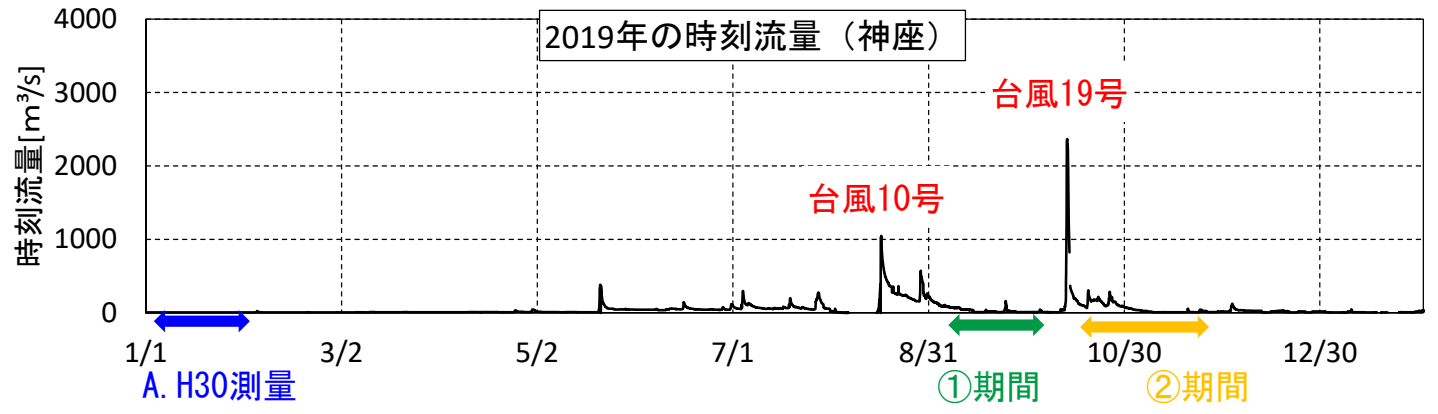
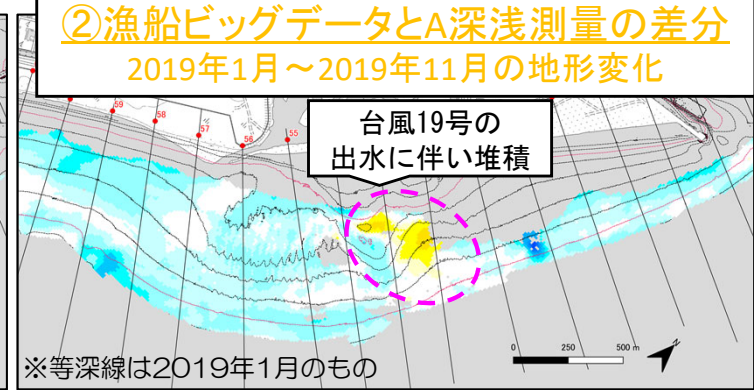
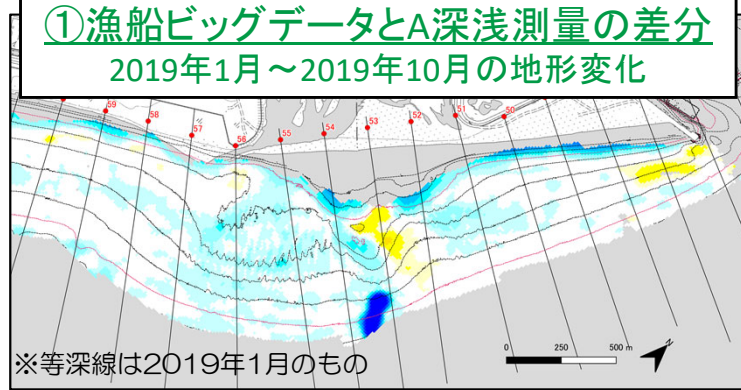


標高[T.P +m]

Red	>10
Orange	5 - 10
Yellow	1 - 5
Light Yellow	0 - 1
Yellow-Green	0 - 0.5
Light Green	-1 - -0
Green	-2 - -1
Dark Green	-3 - -2
Teal	-4 - -3
Blue-Teal	-5 - -4
Blue	-6 - -5
Dark Blue	-7 - -6
Very Dark Blue	-8 - -7
Black	-9 - -8
Dark Blue	<-9

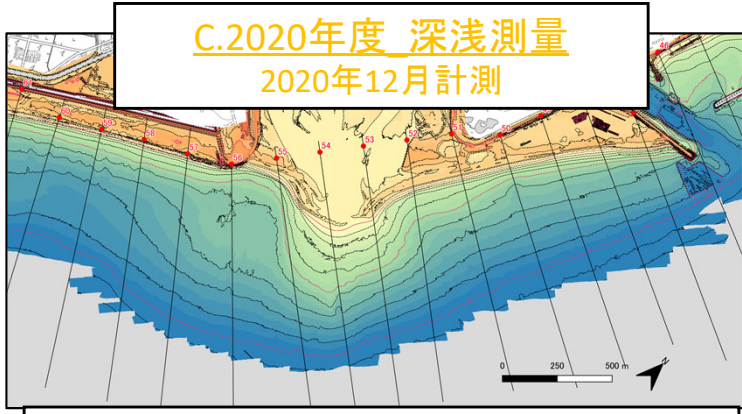
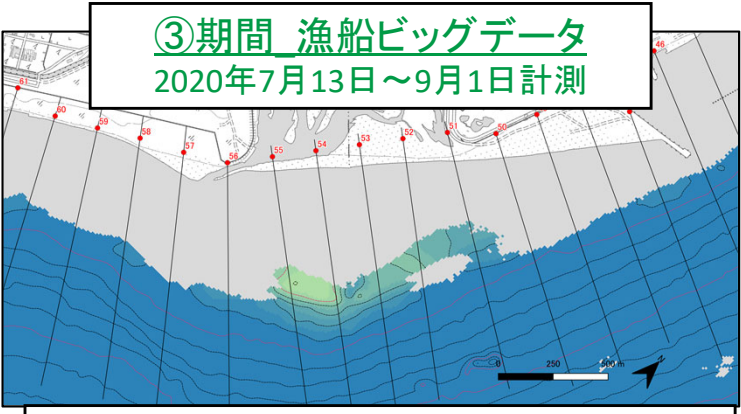
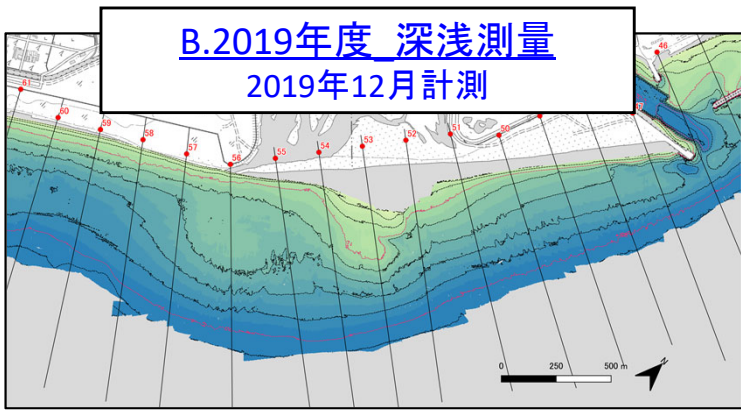
差分[m]

Dark Blue	<-6.00
Blue	-6.0 - -5.0
Light Blue	-5.0 - -4.0
Lighter Blue	-4.0 - -3.0
Cyan	-3.0 - -2.0
Light Cyan	-2.0 - -1.0
Very Light Cyan	-1.0 - -0.25
White	-0.25 - 0.25
Yellow	0.25 - 1.0
Orange	1.0 - 2.0
Red-Orange	2.0 - 3.0
Red	3.0 - 4.0
Dark Red	4.0 - 5.0
Very Dark Red	5.0 - 6.0
Black	>6.0

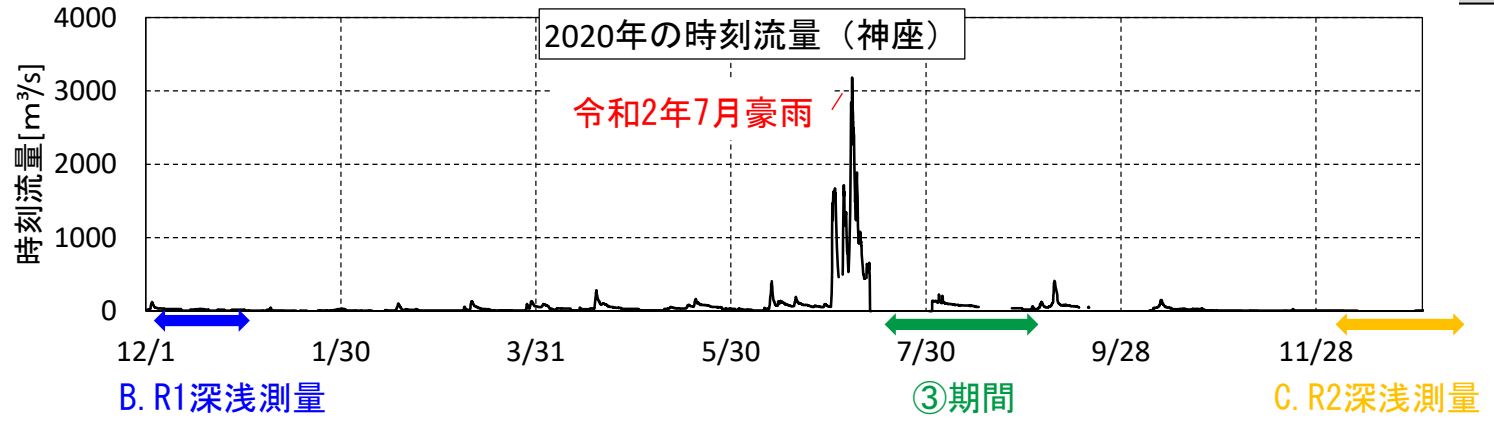
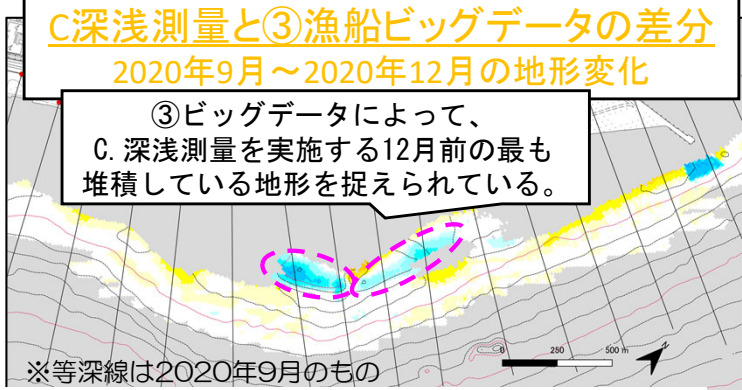
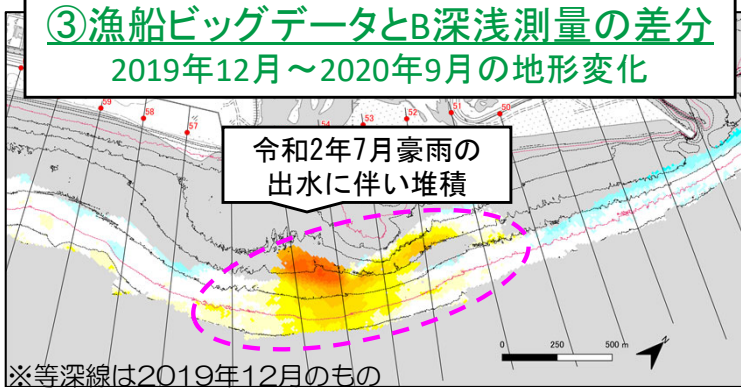


2. 漁船ビッグデータの活用(令和2年の地形変化)

- 深浅測量と令和2年度に取得された漁船ビッグデータから出水前後の大井川河口部の地形変化を整理した。
 - 令和2年7月豪雨後の③期間の差分図を見ると、大井川河口部が堆積していることが分かる。
 - 令和2年7月豪雨後の③漁船ビッグデータの地形は、C深浅測量時よりも堆積している地形が捉えられている。
- 出水後の堆積と、その後の波浪による土砂移動に起因すると思われる地形変化が確認できた。



標高[T.P +m]	差分[m]
>10	<-6.00
5 - 10	-6.0 - -5.0
1 - 5	-5.0 - -4.0
0 - 1	-4.0 - -3.0
0 - 0.5	-3.0 - -2.0
-1 - -0	-2.0 - -1.0
-2 - -1	-1.0 - -0.25
-3 - -2	-0.25 - 0.25
-4 - -3	0.25 - 1.0
-5 - -4	1.0 - 2.0
-6 - -5	2.0 - 3.0
-7 - -6	3.0 - 4.0
-8 - -7	4.0 - 5.0
-9 - -8	5.0 - 6.0
<-9	>6.0



2.漁船ビッグデータの活用:まとめ

■目的

総合土砂管理の観点から、出水前後の短期～中期的な海底変化を計測し、出水による河口テラスの変化及び供給土砂量の把握する。

■今回の分析で明らかになったこと

- 漁船ビッグデータから、年1回の深浅測量だけでは捉えることのできない、出水直後の地形変化を捉えることができた。
- 深浅測量では取得していない水深10m以深の地形データも取得できることが分かった。
- 特殊な技術が必要なデータの一次整理を除き解析にかかる人件費は約4万円/km²であった。
(但し、初期費用として船舶へのロガー設置に係る費用1隻あたり約12万円が必要)

■課題と今後の対応方針

課題	課題への対応方針
<ul style="list-style-type: none"> • 今回取得した漁船ビッグデータを平均化する期間が短い(今回のケースでは2週間程度)場合、大井川河口の浅海部の地形が取得できていない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 取得できる漁船のデータを平均化する期間についてトライアルし、大井川河口のより広い水深帯の地形データを作成できる期間を検討した上で、駿河海岸におけるデータ平均化期間の目安を設定する。
<ul style="list-style-type: none"> • 漁船が実際に通る航路によって、取得可能な範囲が変わる。 • 大井川河口部の取得データがまばらであるため、大井川河口部の地形データが頻繁には取得できていない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 2018年～2020年に取得されたデータは吉田漁港の漁船7隻に設置したロガーから取得している。令和5年度からは大井川港漁協の協力を得て、新たに7隻にロガーを設置した。収集するデータ量が多くなったことにより、どこまでの範囲の地形変化を把握することができるようになったか把握する。

3. CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(第14回委員会提示成果) 9

- 高波浪前後の地形変化実態を把握することを目的に、「田尻」のCCTVカメラを用いて汀線モニタリングを実施する計画を示した。
- 複数アングルの画像から一連区間の汀線変化をモニタリングするため、4画角の動画を撮影する。
→2022年6月9日～2022年11月4日に、1回/週程度の頻度で実施した
- CCTVカメラ画像(動画)から移動平均画像を作成し、汀線を抽出した後にオルソ化し、汀線のモニタリング対象範囲の汀線変化状況をモニタリングする

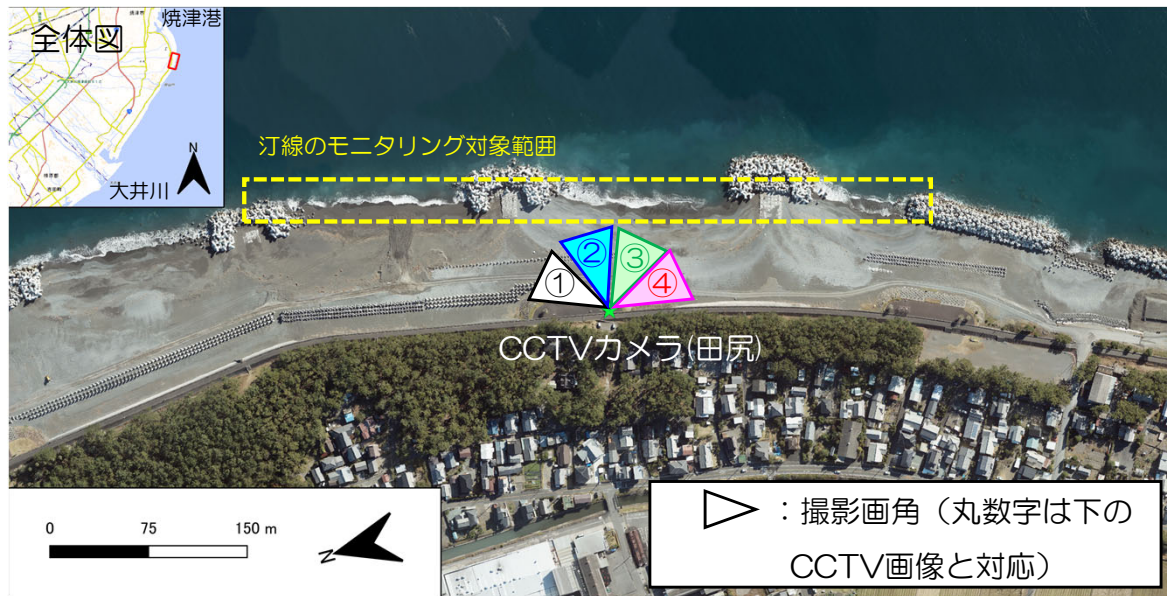


図 撮影の概要

表 撮影動画の概要

項目	値
動画の横サイズ	1,920ピクセル
動画の縦サイズ	1,080ピクセル
撮影時刻	約5分間
動画のフレームレート※	30fps
総コマ数	約9,000枚

※1秒間に使用する画像の枚数(コマ数)







図 各画角のCCTV画像

※プリセットで設定しており、決まった画角で撮影が可能
※1週間に1回撮影を継続中(1画角の撮影時間は5分間)

3.CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(汀線位置抽出までの流れ) 10

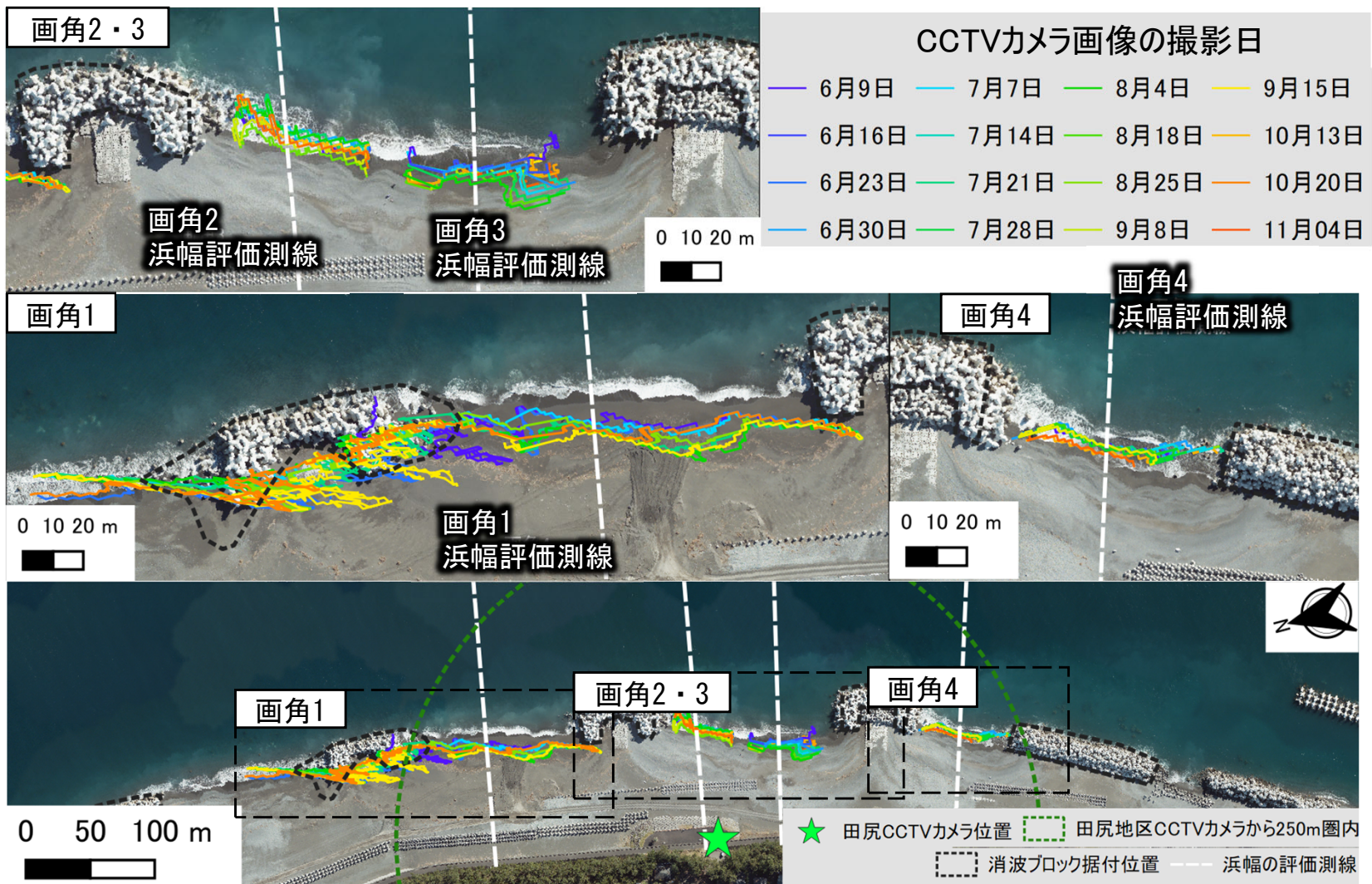
※「第10回駿河海岸保全検討委員会」資料抜粋

• 下記の手順で、撮影動画から汀線位置抽出した。

手順	イメージ図	目的	備考
① CCTVカメラ画像（動画）から、移動平均画像を作成		<ul style="list-style-type: none"> 動画を移動平均することで、その時間内の汀線の平均的な位置を把握 	
② 平均画像をグレースケール化		<ul style="list-style-type: none"> グレースケール化することで、0~255で表す輝度のデータに変化が可能である。 通常のカラ写真よりもデータ量が少なくなり、以降の処理が容易になる。 	
③ グレースケール化した画像に閾値を設定して2値化		<ul style="list-style-type: none"> 0~255の数字の中から、陸と海の境界にあたる数字を指定し、2値化（0、1）する。 	
④ 2値の境界ラインを作成		<ul style="list-style-type: none"> 汀線ラインを抽出するため、2値（0、1）の境界ラインを引く。 	

3.CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(汀線抽出結果)

- 手順に従って抽出した汀線位置を座標変換した。
- 抽出したいずれの汀線も、波の遡上範囲（砂浜の色が波の遡上により水に濡れた色に変化している範囲）に収まっており、概ね汀線位置を捉えられていることが確認できる。
- 判読手法の特性上、T.P.±0m位置ではなく、波の遡上端付近を汀線として評価している。



※下絵は2021年11月撮影

※過年度検討で、CCTVカメラから250m範囲外は精度が低くなることが指摘されている。

☒ CCTVカメラ画像から抽出した汀線

3.CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(汀線位置が抽出できる条件) 12

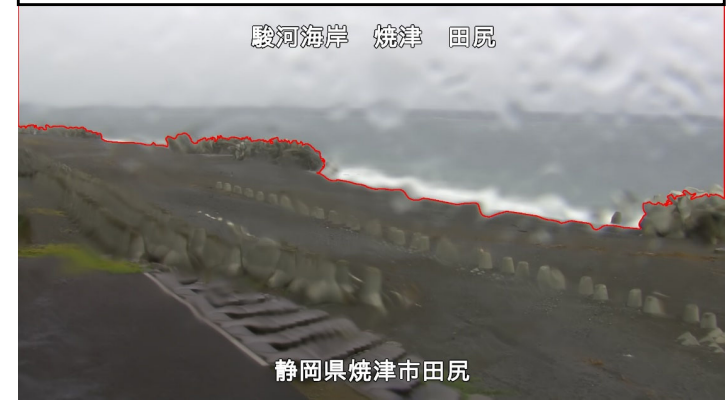
- 2022年6月～11月にかけて週1回、AM9時に撮影したビデオのうち、半数程度から汀線を抽出することができた。
- 下記に示す条件下で撮影された動画からは適切に汀線を抽出することができなかった。
 - ①水滴や汚れがレンズに付着している場合
 - ②高波浪の場合(清水港の有義波高0.75m程度)

表 CCTVカメラ画像汀線抽出の閾値

各画角の汀線取得率
50% 55% 45% 44%

撮影日	撮影時刻	画角4	画角3	画角2	画角1	潮位 [T.P.+m]	有義波高 [m]	有義波周期 [s]	
06月09日	9時00分～9時38分	×	120	110	130	0.1	0.28	5.9	
06月16日	9時12分～9時38分	120	×	120	120	0.11	0.51	5.7	
06月23日	9時00分～9時31分	130	100	120	120	0	0.3	4.9	
06月30日	9時11分～9時29分	-	120	120	/	0.02	0.48	6.1	
07月07日	9時07分～9時21分	120	100	100	/	0.37	0.31	6.7	
07月14日	9時07分～9時28分	150	110	110	/	-0.21	0.32	5.5	
07月21日	9時04分～9時26分	140	110	110	/	0.29	0.38	5.8	
07月28日	9時00分～9時22分	130	×	×	×	-0.18	0.36	5.9	
08月04日	9時00分～9時23分	×	130	×	130	0.61	0.36	4.6	
08月12日	9時00分～9時25分	×	×	×	×	-0.19	1.18	8.9	
08月18日	9時00分～9時24分	110	110	110	130	0.58	0.58	4.8	
08月25日	9時00分～9時26分	100	100	100	110	-0.29	0.36	4.8	
09月01日	9時01分～9時24分	×	×	×	×	0.75	0.83	6.4	
09月08日	10時15分～10時41分	×	100	100	×	-0.51	0.36	7	
09月15日	9時25分～9時54分	110	×	×	130	0.74	0.77	4.7	
09月22日	9時30分～9時55分	×	×	×	×	-0.24	0.94	4.3	
09月29日	9時01分～9時24分	×	×	×	×	0.76	0.38	6.4	
10月06日	9時37分～10時03分	×	×	×	×	-0.31	1.09	4	
10月13日	9時27分～9時50分	×	×	×	120	0.74	0.56	3.4	
10月20日	10時57分～11時22分	130	100	-	-	0.21	0.25	5.4	
10月28日	9時58分～10時22分	×	×	-	-	0.57	0.26	5.4	
11月04日	10時00分～10時23分	130	100	×	-	-0.06	0.48	6.2	
		撮影画角が異なる							
		- ①CCTVビデオから汀線が抽出できなかった							
		× ②波が高く、適切に汀線が抽出できていない							

①水滴や汚れがレンズに付着している例



水滴により画像がぼやけたり、境界が明確でなくなることがあるため、適切に汀線が抽出できない。

②波が高く、汀線が適切に抽出できていない例

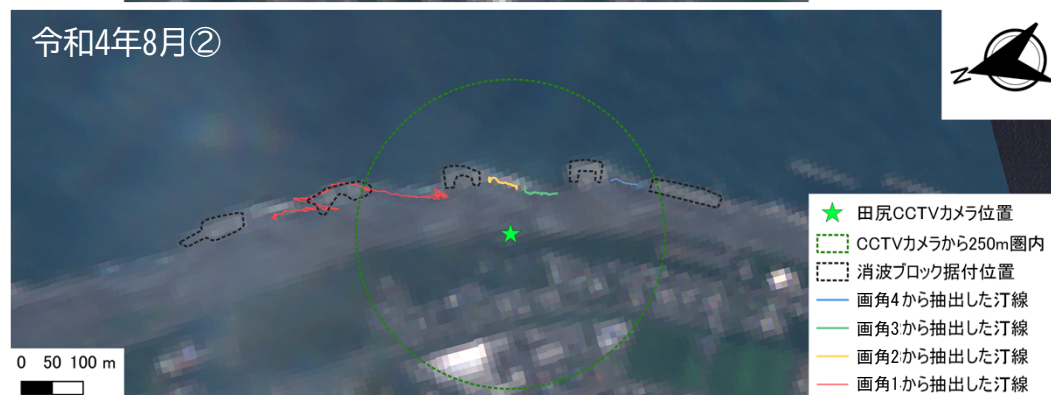
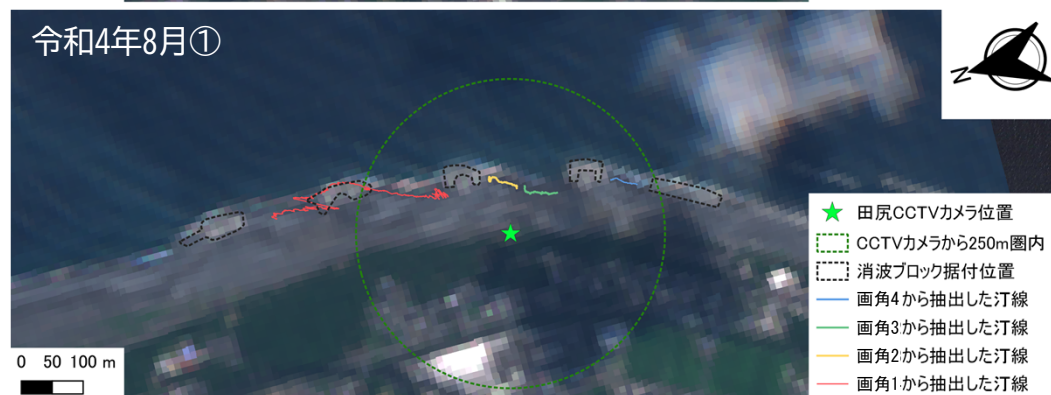
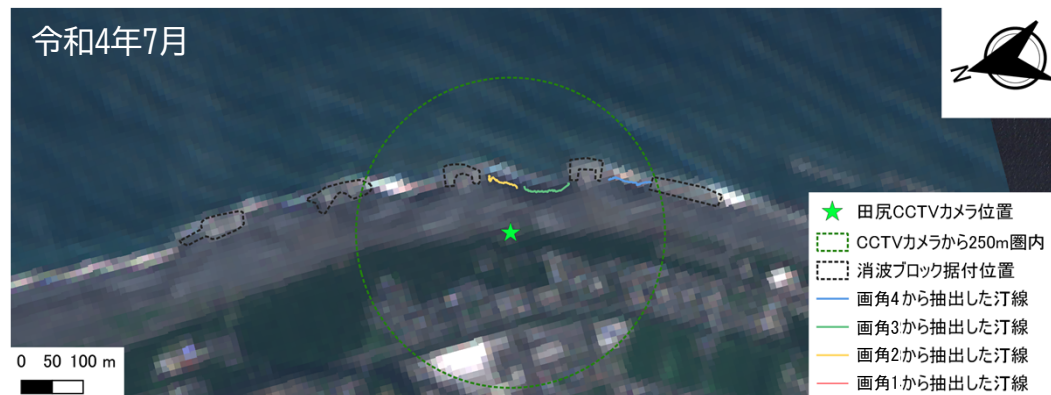


波浪の遡上幅が広いため、適切に汀線が抽出できない。(遡上端とT.P.±0m位置の乖離が大きい)

☒ CCTVカメラ画像から汀線が抽出できない例

3.CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(妥当性確認)

- CCTVカメラ画像から抽出した汀線と近い時期に取得した衛星画像の重ね合わせた。潮位・波浪状況が異なるものの、概ね汀線を抽出できていることが分かる。
- 過年度検討において、CCTVカメラから約250m離れると精度が下がることが指摘されているが、今回の検討では比較的精度よく汀線が抽出できていた。



	衛星画像	画角4	画角3	画角2	画角1
取得日時	7月31日	7月21日	7月21日	7月21日	
	PM13時	AM9時	AM9時	AM9時	
潮位[T.P.+m]	-0.53	0.29	0.29	0.29	
有義波高[m]	0.73	0.38	0.38	0.38	
有義波周期[s]	5.9	5.8	5.8	5.8	

	衛星画像	画角4	画角3	画角2	画角1
取得日時	8月10日	8月18日	8月18日	8月18日	8月18日
	PM13時	AM9時	AM9時	AM9時	AM9時
潮位[T.P.+m]	-0.06	0.58	0.58	0.58	0.58
有義波高[m]	0.55	0.58	0.58	0.58	0.58
有義波周期[s]	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

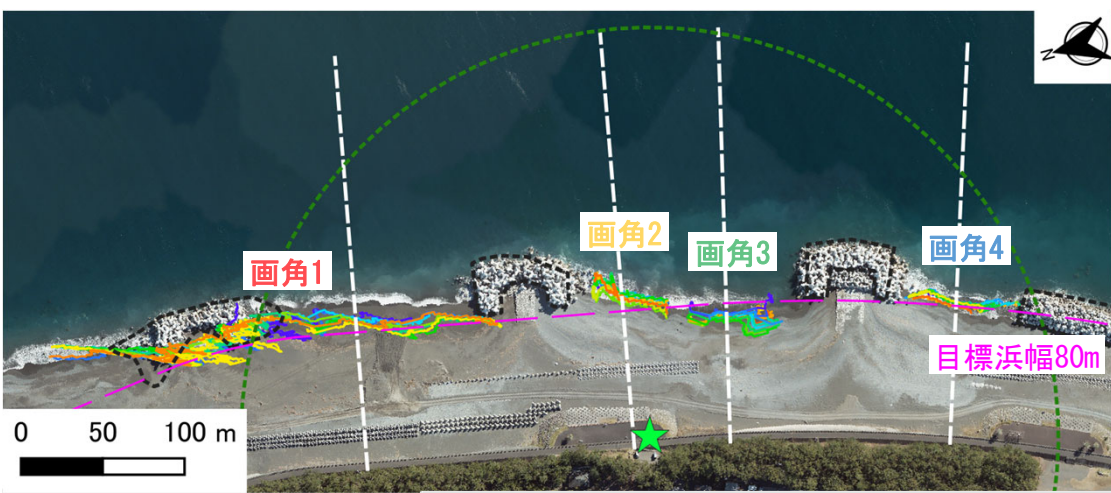
	衛星画像	画角4	画角3	画角2	画角1
取得日時	8月20日	8月18日	8月18日	8月18日	8月18日
	PM13時	AM9時	AM9時	AM9時	AM9時
潮位[T.P.+m]	0.46	0.58	0.58	0.58	0.58
有義波高[m]	0.39	0.58	0.58	0.58	0.58
有義波周期[s]	5.9	4.8	4.8	4.8	4.8

衛星写真出典：Land Browser Sentinel-2A

The source data were downloaded from AIST's LandBrowser, (<https://landbrowser.airc.aist.go.jp/landbrowser/>) produced from ESA remote sensing data

3.CCTVカメラを用いた汀線位置モニタリング(観測期間における浜幅の変動) 14

- 各画角に対して1測線ずつ浜幅を評価すると、観測期間における汀線変動幅は5m程度であった。
- 観測期間である2022年6月～11月に来襲した最大有義波高は2.5m程度であり、汀線変動はほとんどなかったと考えられる。
- 画角1・画角2の浜幅評価測線は目標浜幅80mを満たしていない期間が存在しており、定期測量の測線が配置されていない箇所等において、このようなモニタリングが有効と考えられる。

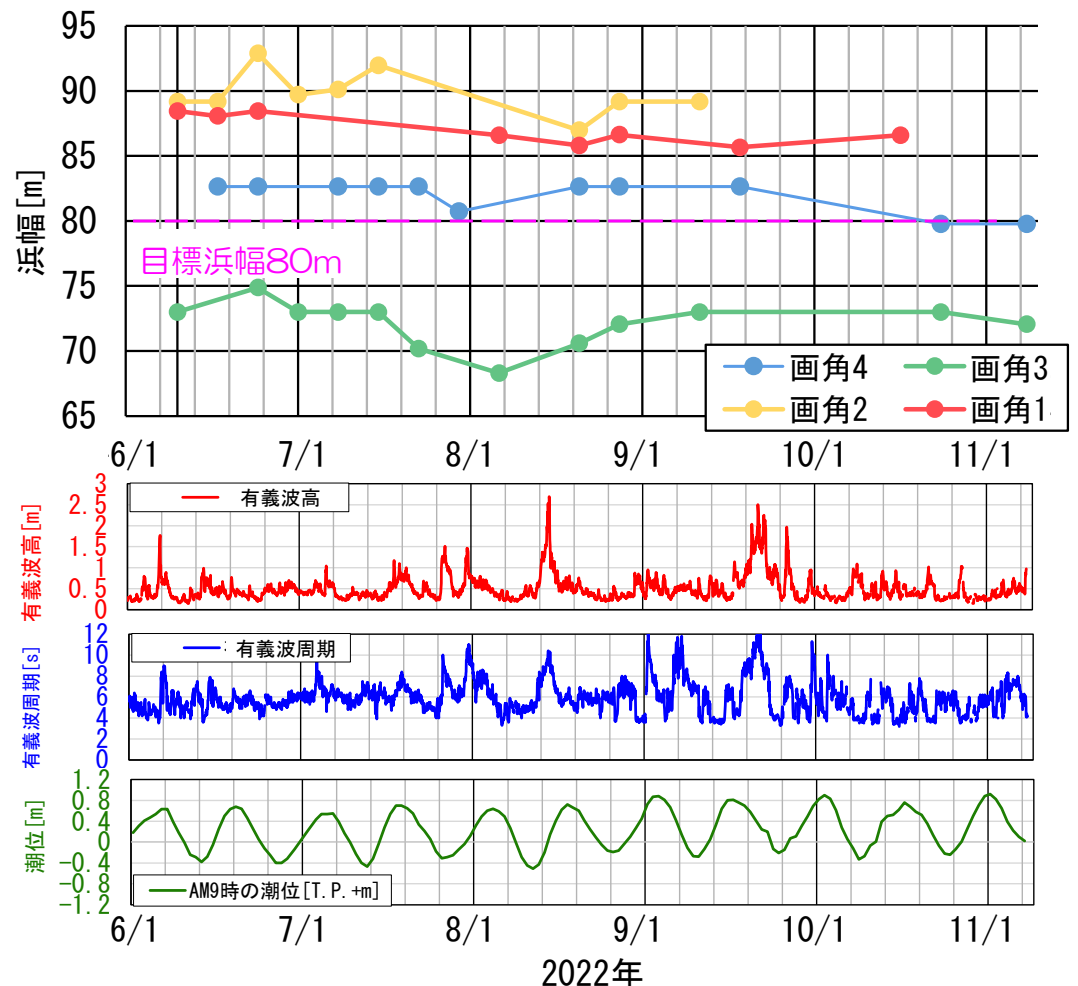


★ 田尻CCTVカメラ位置 田尻地区CCTVカメラから250m圏内
 消波ブロック据付位置 浜幅の評価測線

— 6月9日 — 6月23日 — 7月7日 — 7月21日 — 8月4日 — 8月25日 — 9月15日 — 10月20日
 — 6月16日 — 6月30日 — 7月14日 — 7月28日 — 8月18日 — 9月8日 — 10月13日 — 11月04日

※下絵は2021年11月撮影

☒ CCTVカメラ画像から抽出した汀線と目標浜幅



☒ CCTVカメラ画像から抽出した浜幅の時間変化と海象条件

3. 既存のCCTVカメラの有効利用:まとめ

■目的

地形変化が生じやすい突堤間の地形変化特性を把握や目標浜幅の達成状況をモニタリングするために、高頻度の地形変化を計測する。

■今回の分析で明らかになったこと。

- CCTVカメラ画像を撮影するタイミングが静穏であれば、複数画角においても汀線を抽出可能であることが確認された。
- 2022年6月～11月には、大きな汀線変動は生じていないことが確認された。

■課題と今後の対応方針

課題	課題への対応方針
<ul style="list-style-type: none"> • CCTVカメラ画像を撮影するにあたり、気象・海象条件を考慮する必要がある。 • 遡上端を抽出している。 	<ul style="list-style-type: none"> • 潮位や波浪の影響を考慮した補正について検討し、精度向上を図る。
<ul style="list-style-type: none"> • 観測開始以降、高波浪が来襲していないため、短期的に大きな地形変化が生じる状況になっていない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 引き続き観測を実施し、大きな地形変化が生じた際にも汀線変化を捉えることができるか把握する。
<ul style="list-style-type: none"> • 現在CCTVカメラ画像の画角設定および録画は人力で行っているため、複数画角を撮影するために労力が発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> • マクロツール等を活用し、自動で複数画角の撮影が可能であるか検討する。(CCTVカメラシステムの入れ替えが必要となるため、長期的な課題とする)

4. 新たなモニタリング手法の適用検討結果まとめ

- これまでに検討した新たなモニタリング手法の特性について整理した。
- 漁船ビッグデータ、CCTVカメラを活用した汀線位置モニタリングについては、引き続き活用に向けた検討を行う。

モニタリング 手法	地形モニタリング		施設 点検	取得 頻度 ・ 周期	活用場面 ※□内は活用した方 が優位な条件	メリット	デメリット	活用にあたり 今後必要な検討	
	汀線	海域							
		<水深 10m	≥水深 10m						
NMB測量	○	○	○	-	1回/年 (実績)	・海域地形モニタリング	・一般的に利用されており、データの信頼度が高い。	・コストが高い	なし
漁船ビッグ データ	×	△	○	-	2~3回/年 (漁期に連続取得 /漁船数に依存)	・海域地形モニタリング ・短期的な地形変動把握	・低コストで広範囲・高 頻度のデータ取得が可 能	・取得データの一次整理に特 種な技術が必要 ・漁船が通る航路によって、 取得可能な範囲が変わる	・大井川港漁船デー タの妥当性確認
衛星画像	△	×	×	-	5~10日で回 帰	・出水前後の地形把握 ・陸域地形の概況把握	・低コストで広範囲の データ取得が可能	・取得可能な日時が限られる ・分解能が低い(10m)	なし
ラジコン ボート (NMB測量)	×	△	△ Or ×	-	-	・有脚式離岸堤の洗掘状況 の確認 ・施設端部などの補間測量 [船舶の侵入が困難な海 域]	・船舶からはレーザーが 届かない地点の測量が 可能	・波が高い場所(施設の直近 や沖側)では自律走行によ る計測が難しい(ゴムボ ート等による曳航すると計測 可能)	なし
UAVグリーン レーザー測量	○	△	×	-	-	・浅海域の測量 [船舶の侵入が困難な海 域]	・船舶が進入することが できない地点の測量が 可能	・海の濁りや流れの状況によ り計測可能な水深が変わる ・コストが高い	なし
CCTVカメラ を活用した 汀線位置モニ タリング	○	-	-	-	1回/週 (1画角は連続観 測可能)	・汀線位置モニタリング	・低コストで高頻度の データ取得が可能	・地形が大きく変化した際は、 オルソ化のための座標計測 が必要	・潮位や波浪の影響 を考慮した補正 ・高波浪前後のデー タ妥当性確認
水中ドローン (ROV)	-	-	-	△	-	・被災時の有脚式離岸堤の 施設点検 [安全性が懸念される海 域] [水深が深い海域]	・潜水作業と比較して安 全性が高い	・潜水作業と比較して準部や 点検調査に時間がかかる ・表面の海生生物を除去でき ない ・船上のシステムとアンビリ カルケーブルで接続されて いるため、航行ルートに制 限がある	なし