

河口砂州について

令和5年10月13日

国土交通省 中部地方整備局
浜松河川国道事務所

— 目 次 —

- (1) 前回委員会での検討課題 2
- (2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握 . 3
- (3) 河口砂州のフラッシュを考慮した治水影響検討 11
- (4) 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討 . . . 12
- (5) 河口砂州の変化による治水影響検討（まとめ） 16
- (6) 今後の検討予定 17

(1) 前回委員会での検討課題

- 前回委員会では、河口砂州に関するモニタリング結果を踏まえ、河口砂州の発達による治水への影響について4点の検討を実施予定としていた。
- 今回委員会では、これらの検討状況について報告する。

前回委員会での検討課題

① モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

- 出水規模と砂州フラッシュ後の開口幅の関係を航空・衛星写真から整理し、流量規模別の河口砂州変化量を分析
- 一出水での水位-流量-潮位の時系列変化グラフを作成し、水面形変化によるフラッシュ開始のタイミング、水位と潮位の水位差による河口砂州での越流状況など、水文データから得られる情報により河口砂州の変動状況を分析

② 河口砂州のフラッシュを考慮した治水影響検討

- ①の結果を踏まえ、流量規模と河口砂州フラッシュ幅の関係より設定する。このフラッシュを想定した河道の流下能力評価を行い、フラッシュの有無による流下能力への影響範囲・程度を把握

③ 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討

- 河口砂州が下流河道水位に与える影響として、モニタリング結果を踏まえた最大砂州高を考慮した断面を作成し、河口砂州の発達が菊川下流区間に与える治水への影響を評価

④ モニタリング計画の見直し

- 本年度実施するモニタリング結果を踏まえ、今後の河口砂州変化を反映した新たな河道計画・砂州管理方法の立案に向けた課題を抽出するとともに、データの蓄積や現象の解明・検証に必要なモニタリング計画へ見直す

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

検討①-1 河口砂州変化を把握するためのモニタリング調査

■ 河口砂州の洪水によるフラッシュ状況及びその後の回復状況を把握するためのモニタリング調査を実施した。

①簡易水位計による水位観測(洪水時の水位変動)

出水時の水位の状況を把握するため、5か所に簡易水位計を設置し、出水中の水位変動を把握する。

②ドローンによる出水前後の河口砂州測量調査

出水前後の河口砂州の状況や変化を把握するため、ドローンによる航空写真撮影および3次元測量を行った。

③着色砂による砂州の入れ替わり状況調査(洪水による砂州変動)

一出水により砂の入れ替わりを把握するため、砂州上の5地点で着色砂による砂の入れ替わり調査を実施した。

④タイムラプスカメラによる定点撮影

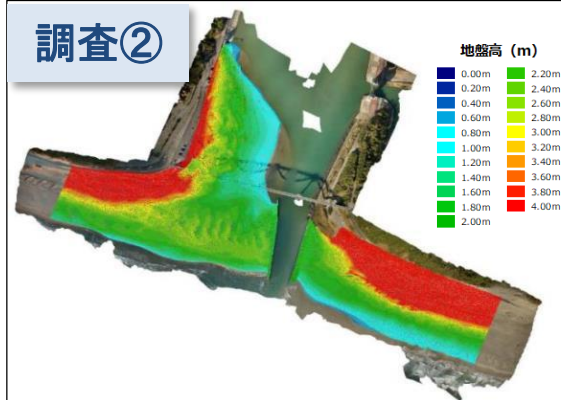
タイムラプスカメラを4か所設置し出水期間中の河口砂州の変化を把握する。

調査①



水位計設置位置

調査②



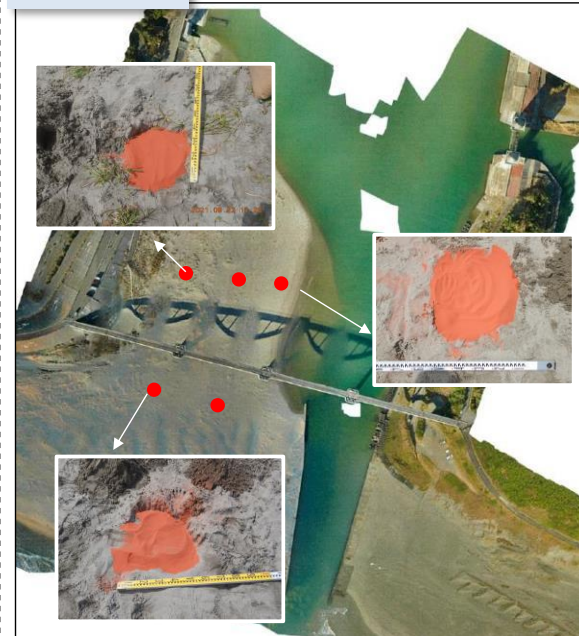
ドローンによる出水前の測量調査 (R3.12.14)

調査④



タイムラプスカメラ

調査③

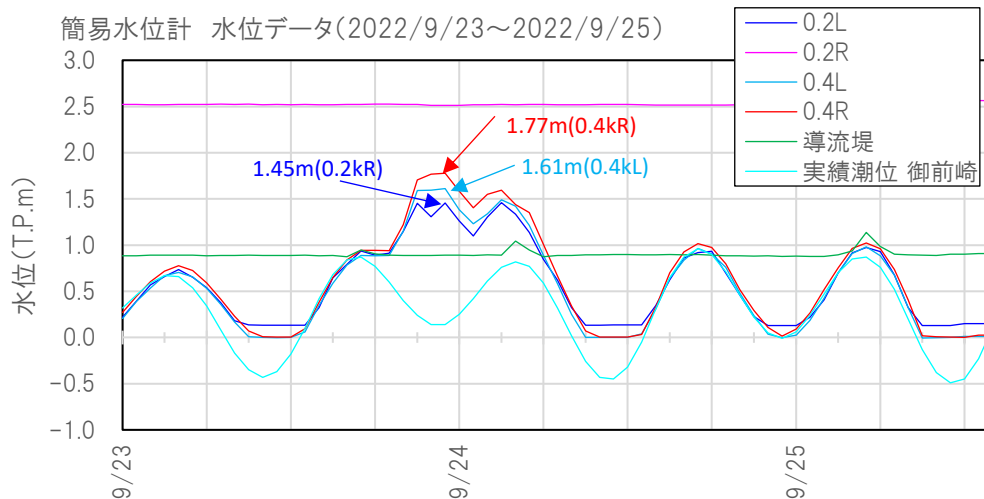


着色砂の設置箇所

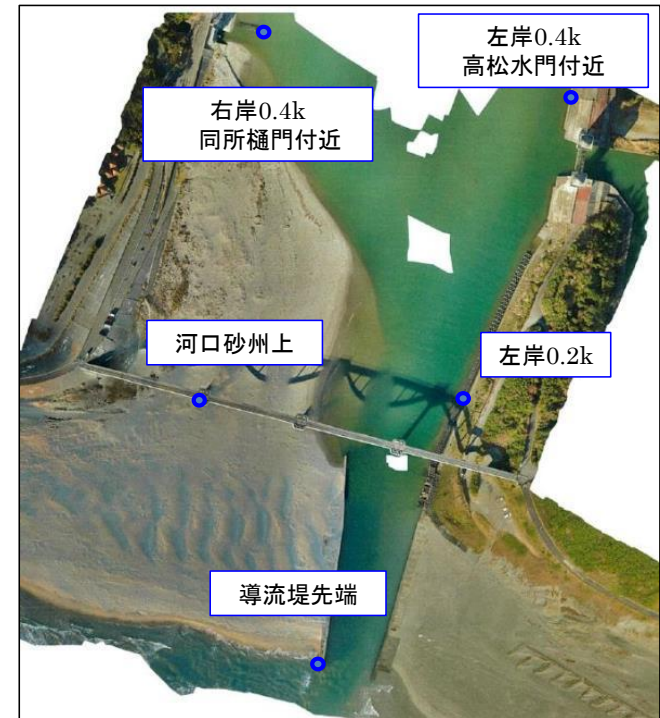
(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

① 簡易水位計による水位観測

- 洪水時の砂州フラッシュにより、河口付近の水位が大きく変化することが予想されることから、河口部付近の左右岸や導流堤先端部等の計5箇所に簡易水位計を設置して砂州のフラッシュ時の時系列水位変化を観測した。
- 菊川で氾濫危険水位を超過した令和4年9月23日の台風第15号(国安地点での想定流量:856m³/s)での河口部の水位観測結果は、砂州上流右側岸のピーク水位と左岸濤筋側のピーク水位で最大17cmの水位差が生じた。
- 砂州上に設置した右岸0.2kの水位に変動はないことから、河口砂州上では流下していない。
- 0.2k導流堤により流路が左岸側によっていることから、本年度の出水規模(整備計画目標流量の75%)では砂州上流を越流することなく、側岸侵食により左岸側から徐々に砂州が削られていく現象が確認できた。



水位観測結果(9/23~9/25)

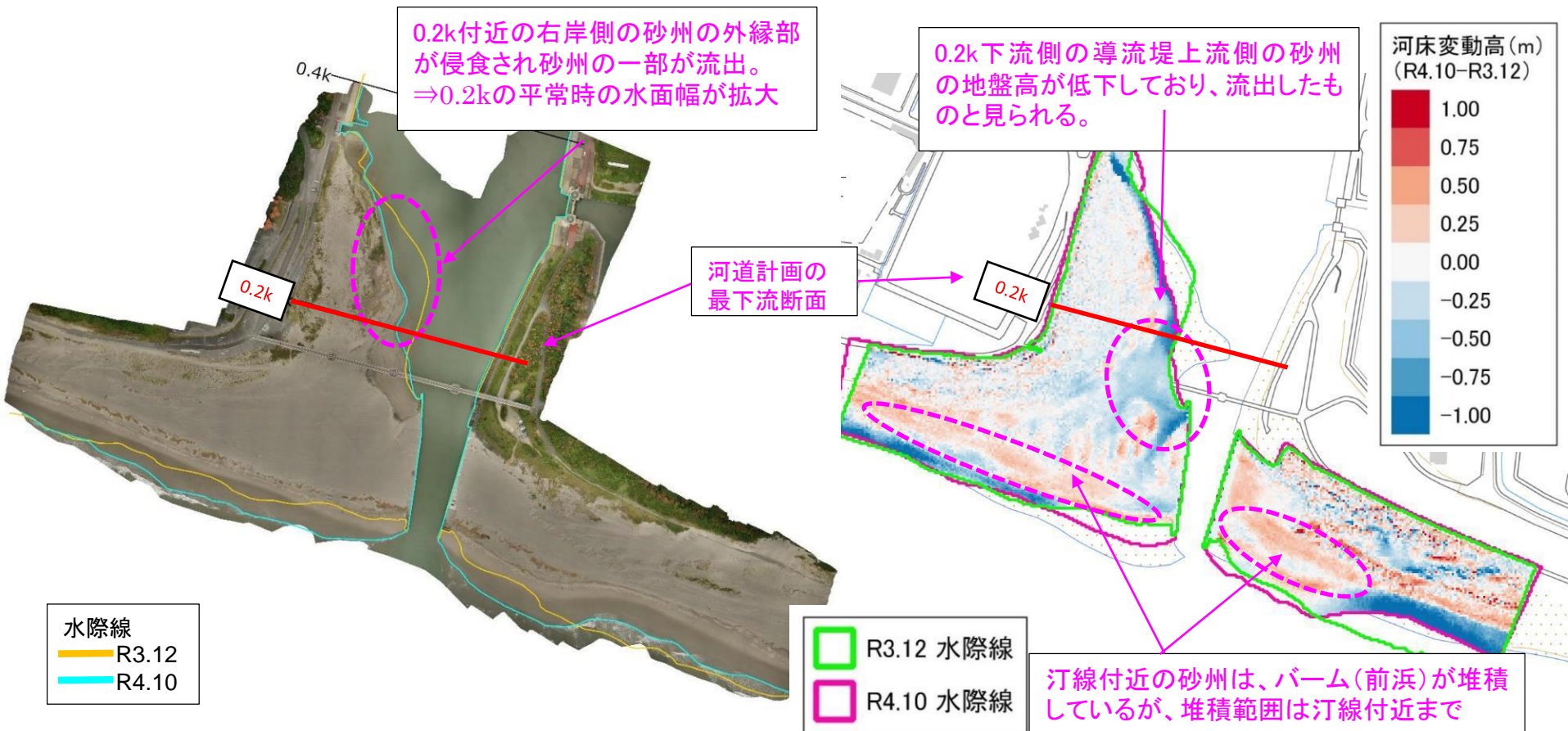


簡易水位計の設置位置

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

② ドローンによる出水前後の河口砂州測量調査

- 出水前後の河口砂州の状況や変化を把握するため、ドローンによる航空写真撮影および3次元測量を実施した。
- 出水後の航空写真より、河道計画上の最下流断面である0.2k~0.4k間の右岸側砂州の水際が大きく侵食、0.2k下流側の導流堤上流側の砂州の地盤高が低下しており、洪水時に流出したものと見られる。
- 汀線付近の砂州は、出水後にバーム(前浜)が堆積しているが、堆積範囲は汀線付近で留まっており、0.2k付近までは影響が及ばない。



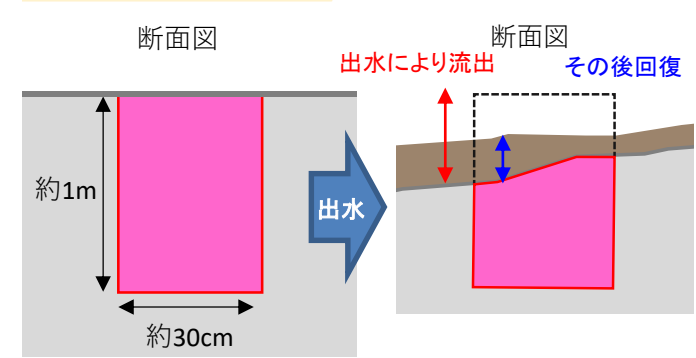
出水後の航空写真と水際の位置図

出水前後の地盤高コンター図の比較

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

③ 着色砂による砂州の入れ替わり状況調査

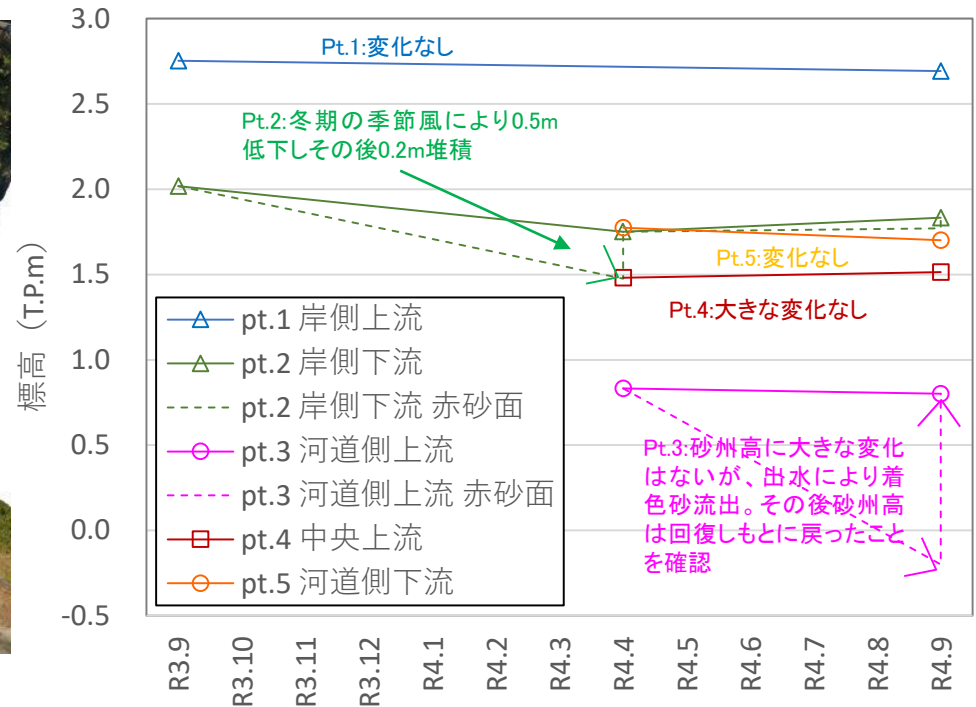
- 一出水により砂州の入れ替わりを把握するため、着色砂による砂の入れ替わり調査を実施した。
- Pt.3地点では、砂州高に大きな変化はなかったが、着色砂がなくなっていたことから、出水により全流出し、その後の堆積により砂州高が元に戻ったと推測される。
- Pt.2では、河床高が0.3m低下、着色砂は-0.5m付近で確認されたことから、冬場の季節風の影響によりR3.9~R4.4で0.5m低下後に0.3m再堆積したものと推察される。
- 他の地点では大きな変化は確認されなかった。



着色砂による砂の入れ替わり調査イメージ



着色砂の設置箇所



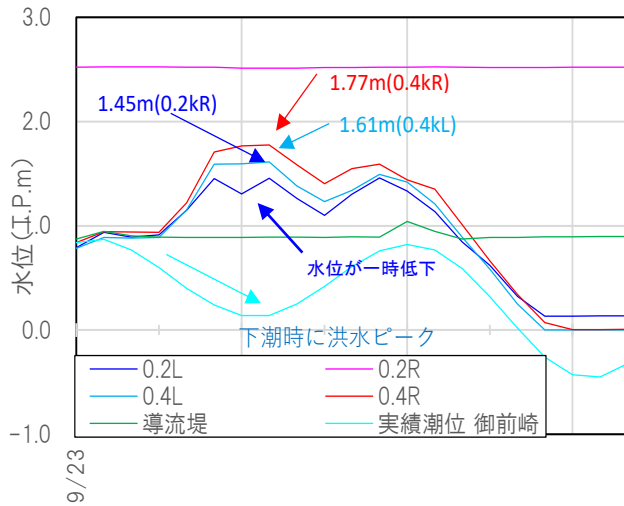
着色砂投入時点の地盤高標高の変遷

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

④ タイムラプスカメラによる定点撮影の実施

- 潮騒橋のタイムラプスカメラにより9/23出水期間中の河口砂州の変化を把握した。
- 0.2k砂州の水際部の位置が右岸側に後退しており、出水により砂州のフラッシュが確認できた。
- 9/23の洪水ピーク直前は、本川の水位上昇(自己流の増加)と下げ潮とが合わせて生起しており、ピークに向かい、0.4kの水位は上昇している中で、0.2k左岸の水位が一時的に水位低下している。
- つまり、海水面と河川水位の水面勾配が大きくなっており、左岸側の開口部を通過する洪水流の流速が増加していることを示している。それにより、砂州のフラッシュを促進している可能性が考えられる。

簡易水位計 水位データ



9/23出水のピーク付近の水位

菊川河口部 2022年(令和4年)の各カメラ撮影画像					
日付	水位 (0.2kL)	潮位	①右岸上流	②左岸上流	④右岸下流
9/23 15:00	0.64m	0.68m			
9/23 17:00	0.93m	0.87m			
9/24 7:00	0.62m	0.32m			
9/24 15:00	0.63m	0.65m			

9/23洪水前後で砂州形状変化

9/23出水のタイムラプスカメラの様子

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

モニタリング調査まとめ

① 簡易水位計による水位観測

- 簡易水位計により出水時の河口部で出水時の水位を観測した結果、砂州の影響により左右岸で水位差が生じている状況を確認した。
- 今年の水出規模(整備計画目標流量の75%程度)では、河口砂州上は越水せず、滞筋を流下している状況が確認できた。

② ドローンによる出水前後の河口砂州測量調査

- 出水前後の河口砂州の状況や変化を把握するため、ドローンによる航空写真撮影および3次元測量を実施した結果、河道計画上の最下流断面である0.2k付近で水際が浸食するとともに、河口砂州が低下している状況が確認できた。
- 汀線部の砂州は、出水後にバーム(前浜)が堆積しているが、堆積範囲は海岸汀線付近で留まっており、河道計画の最下流端0.2k付近までは影響が及ばないことが確認できた。

③ 着色砂による砂州の入れ替わり状況調査(洪水による砂州変動)

- 一出水により砂の入れ替わりを把握するため、着色砂による砂の入れ替わり調査を実施した。
- 0.2k付近の水際では、砂州高に大きな変化はなかったが、着色砂が確認されなかったことから、出水により全流出し、再堆積したと推測される。
- 冬季の季節風の影響により、海側では砂州高が0.5m程度変化している状況が確認できたが、川側では変化がなかった。

④ タイムラプスカメラによる定点撮影の実施


- タイムラプスカメラにより9/23出水期間中の河口砂州の変化を把握した。
- 0.2k砂州の水際の位置が右岸側に後退しており、出水によりフラッシュされた現象が確認できた。
- 9/23の洪水ピーク直前は、本川の水位上昇(自己流の増加)と下げ潮とが合わせて生起しており、ピークに向かい、0.4kの水位は上昇している中で、0.2k左岸の水位が一時的に水位低下している。
- つまり、海水面と河川水位の水面勾配が大きくなっており、左岸側の開口部を通過する洪水流の流速が増加していることを示している。それにより、砂州のフラッシュを促進している可能性が考えられる。

- 河道計画上の0.2k断面では、出水による河口砂州フラッシュの規模・範囲が確認できた。
- 沿岸部では、冬季の季節風等の影響により河口砂州高が上昇している状況が確認できたが、0.2k断面までは影響が及んでいないことが確認できた。

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

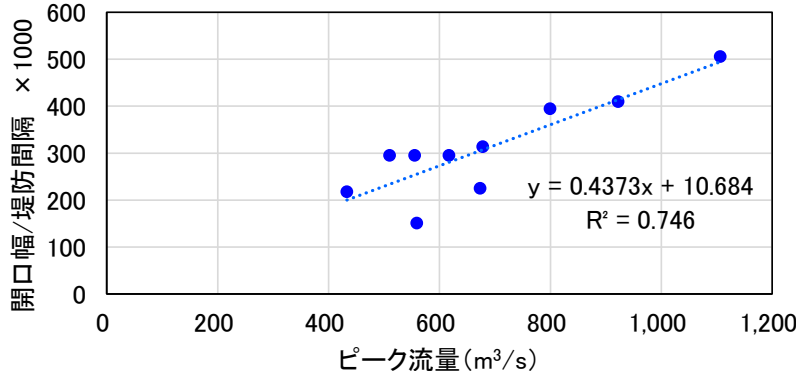
検討①-2 河口砂州フラッシュ幅の関係整理

- モニタリング調査からも0.2k断面では、出水による河口砂州フラッシュが確認できたことから、既往の航空写真を用いて、流量規模と出水時の河口砂州フラッシュ幅の関係を分析した。
- 開口幅は直前の最大出水時のピーク流量と概ね相関関係があることが確認できた。

年	日	水面幅	航空写真
2006	12/18	110m	

0.2k地点の水面幅算定状況係

開口幅(×1000)とピーク流量の関係



出水時ピーク流量と0.2k地点の水面幅の関係

0.2k地点の開口幅と出水履歴

年	出水情報			開口幅情報 (航空写真)			
	出水日時	国安流量 (m³/s)	御前崎潮位 (m)	航空写真撮影日	水面幅 (m)	開口比率 (開口幅/堤防間隔)	変化幅 (m)
				平成10年6月			
1998	H10	平成10年9月25日	1,150	-0.61	平成10年9月	181	
				平成16年3月1日	86	39%	
2004	H16	平成16年10月9日	922	0.06	平成16年10月10日	89	41%
2005	H17	平成17年7月10日	592	0.21			3
2006	H18	平成18年8月9日	499	0.49	平成18年12月18日	110	51%
2007	H19	平成19年7月14日	499	0.43			21
2008	H20	平成20年8月6日	555	0.72	平成21年1月29日	64	30%
2009	H21	平成21年7月28日	510	0.44	平成21年10月11日	64	30%
				平成22年2月24日	47	22%	-17
2010	H22	平成22年3月16日	433	0.30	平成22年8月27日	47	22%
2011	H23	平成23年9月4日	678	0.35	平成23年9月6日	68	31%
2012	H24	平成24年9月30日	559	1.04	平成25年2月20日	33	15%
2013	H25	平成25年4月6日	529	0.06			-35
2014	H26	平成26年10月6日	799	-0.16	平成27年1月	86	39%
2015	H27	平成27年5月12日	369	0.29	平成27年10月6日	84	38%
2016	H28	平成28年9月20日	334	0.95	平成29年10月10日	97	44%
2017	H29	平成29年10月23日	617	0.69	平成30年4月1日	64	30%
2018	H30	平成30年9月30日	673	0.21	平成30年10月8日	49	23%
				平成31年4月1日	58	27%	9
				令和元年10月5日	89	41%	31
2019	R1	令和元年10月12日	1,106	1.62	令和元年10月13日	110	51%
				令和2年4月5日	84	38%	-27
2020	R2	令和2年7月28日	423	0.22	令和2年10月12日	124	57%
				令和3年4月10日	74	34%	-50

(2) モニタリング結果及び既往データによる河口砂州変化の実態把握

検討①-3 河口砂州の植生の現状

- 「河川水辺の国勢調査(H30)」より、菊川河口砂州の植生の現状について整理した。
- 河口砂州の植生は、ケカモノハシ群落や外来種のシナダレスズメガヤ群落を確認された。
- 河口部の干潟は回復、増加傾向で、引き続き干潟の存続に留意して、生息環境を保全していくことが望まれる。
- 令和5年度に「河川水辺の国勢調査」を調査予定のため、引き続き河口部の植生状況や変化をモニタリングしていく。

植生

河口砂州では、河口域の海浜部に成立するケカモノハシ群落や外来種のシナダレスズメガヤ群落を確認された。

ケカモノハシ群落



菊川右岸0.1km(H30.10.30撮影)

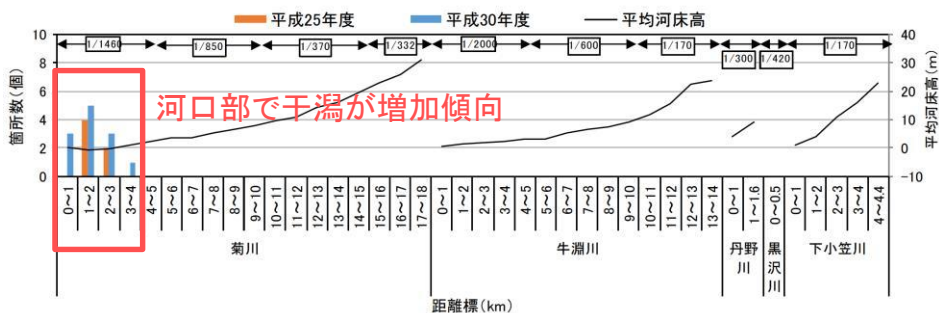
シナダレスズメガヤ群落



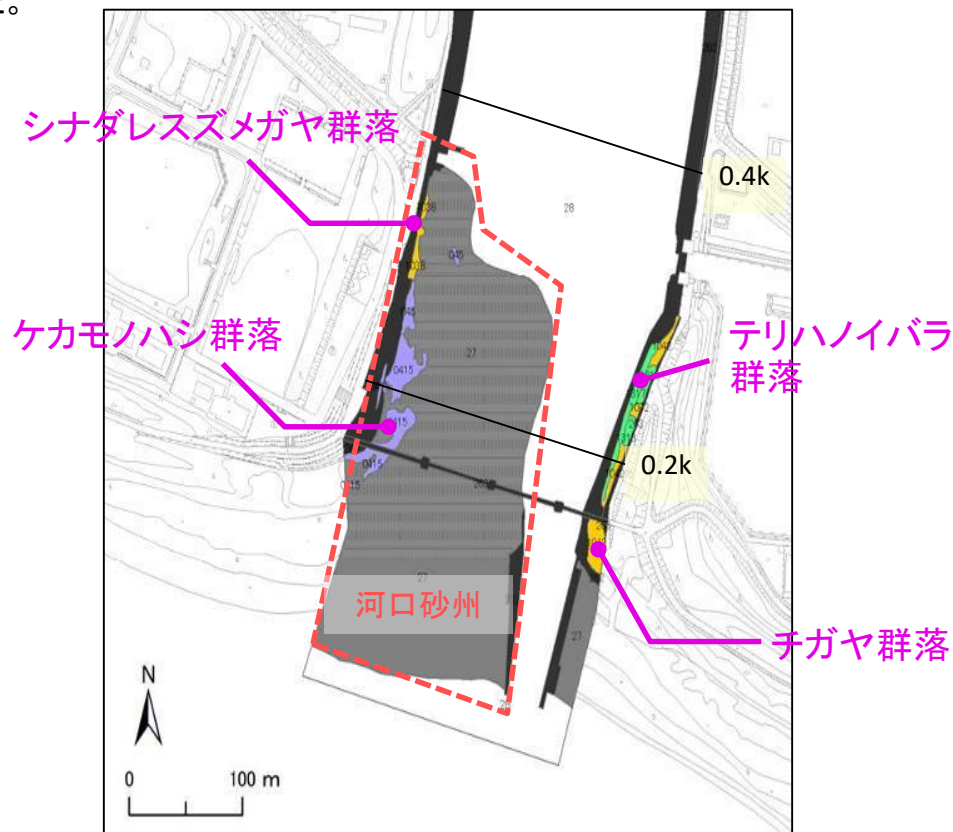
菊川右岸0.8km(H30.10.31撮影)

干潟

平成25年から平成30年にかけて、干潟の確認数、確認区間は増加した。



1km間隔での干潟確認箇所数

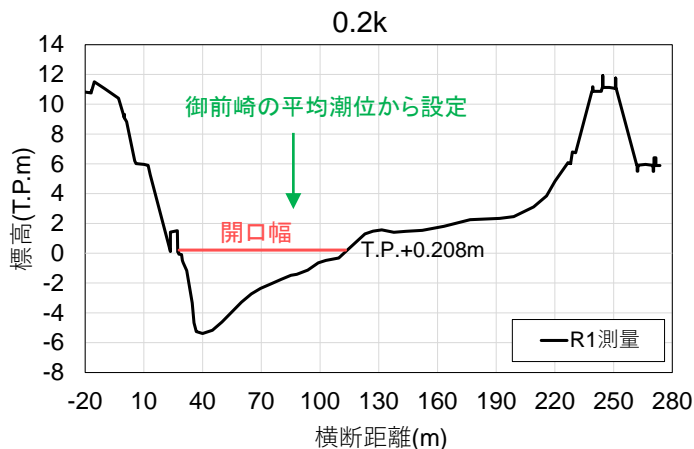


河口付近の植生状況

(3) 河口砂州のフラッシュを考慮した治水影響検討

検討② 流量規模別の河口砂州の変化量の把握及び変化量に応じた流下能力への影響把握

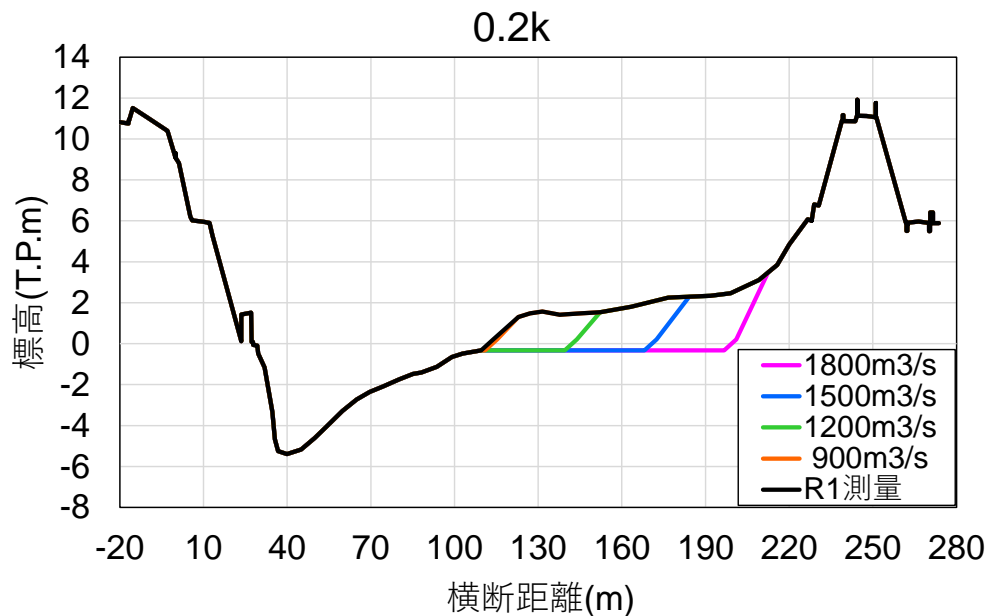
- 現在の現況流下能力は、令和元年測量断面により計算している。
- 出水により河口砂州がフラッシュされる現象を反映させるため、HQ式作成時の流量規模に応じた、0.2k断面の開口幅を前頁で作成した流量規模と河口砂州フラッシュ幅の関係より設定した。
- 開口幅の高さは、2021年の御前崎地点（気候庁）の平均潮位をもとに、(T.P.+0.208m)とした。
- このフラッシュを想定した河道で流量規模別の準二次元不等流計算を行い、その水位と流量から、HQ式を作成した。このHQ式をもとに、流下能力評価を行い、フラッシュの有無による流下能力への影響範囲・程度を把握した。



0.2k断面の開口幅の高さ

流量規模別の開口幅

流下能力算定時の流量	0.2k断面の開口幅
300m ³ /s、600m ³ /s	86.6m(変更なし)
900m ³ /s	88.0m
1,200m ³ /s(整備計画目標流量)	116.6m
1,500m ³ /s(計画高水流量)	145.2m
1,800m ³ /s	173.8m



0.2k河口砂州フラッシュ断面

(4) 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討

検討③ 河口砂州の上昇による治水上の影響範囲についての感度分析

【検討概要】

- 今後益々河口砂州高の上昇が進むことを想定し、河口砂州高の上昇による菊川下流区間への治水影響を把握するため、河口砂州が下流河道水位に与える影響を検討した。
- 河口砂州の発達を想定した断面は、本年度のモニタリング調査結果をもとに、砂村の提案式等を用いて、最大砂州高を考慮した断面を作成した。
- 断面は、現状想定される最大砂州高、IPCC 第5次評価報告によるRCP2.6(2℃上昇に相当)シナリオの海面上昇を考慮した最大砂州高、RCP8.5(4℃上昇に相当)シナリオの海面上昇を考慮した最大砂州高の3ケースを作成した。

【評価方法】

- 上記で設定した河口砂州形状を対象に、準二次元不等流計算を実施し、河口砂州高の上昇が菊川下流区間に与える治水への影響を評価した。
- 内水被害が生じている黒沢川、江川流域への影響も確認するため、菊川本川に加えて、牛淵川も対象として治水影響を評価した。

【砂村の提案式】

$$\frac{Y_s}{H_0} = 0.173(H_0/L_0)^{-0.5}$$

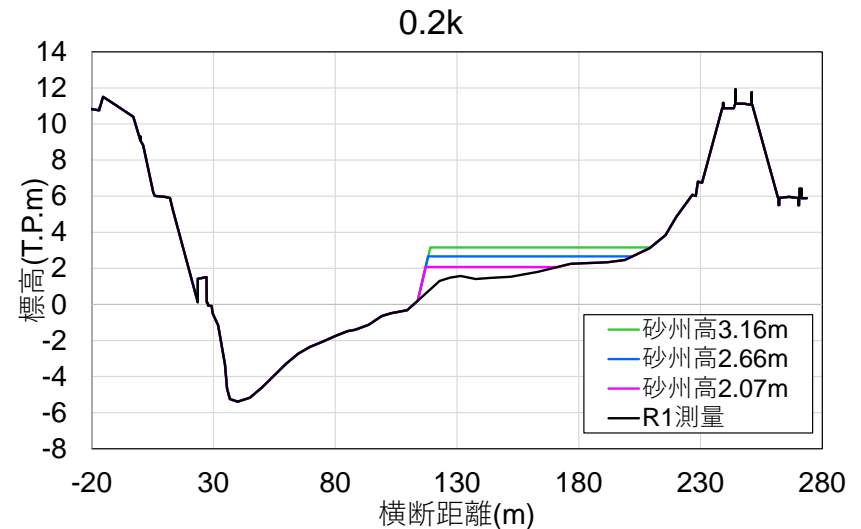
【Rectorの提案式】

$$\frac{Y_s}{L_0} = \begin{cases} 0.024 & : H_0/L_0 > 0.018 \\ 0.18(H_0/L_0)^{0.5} & : H_0/L_0 \leq 0.018 \end{cases}$$

Ys: 水深からの砂州高さ、H0/L0: 沖波波形勾配

【想定最大砂州高】

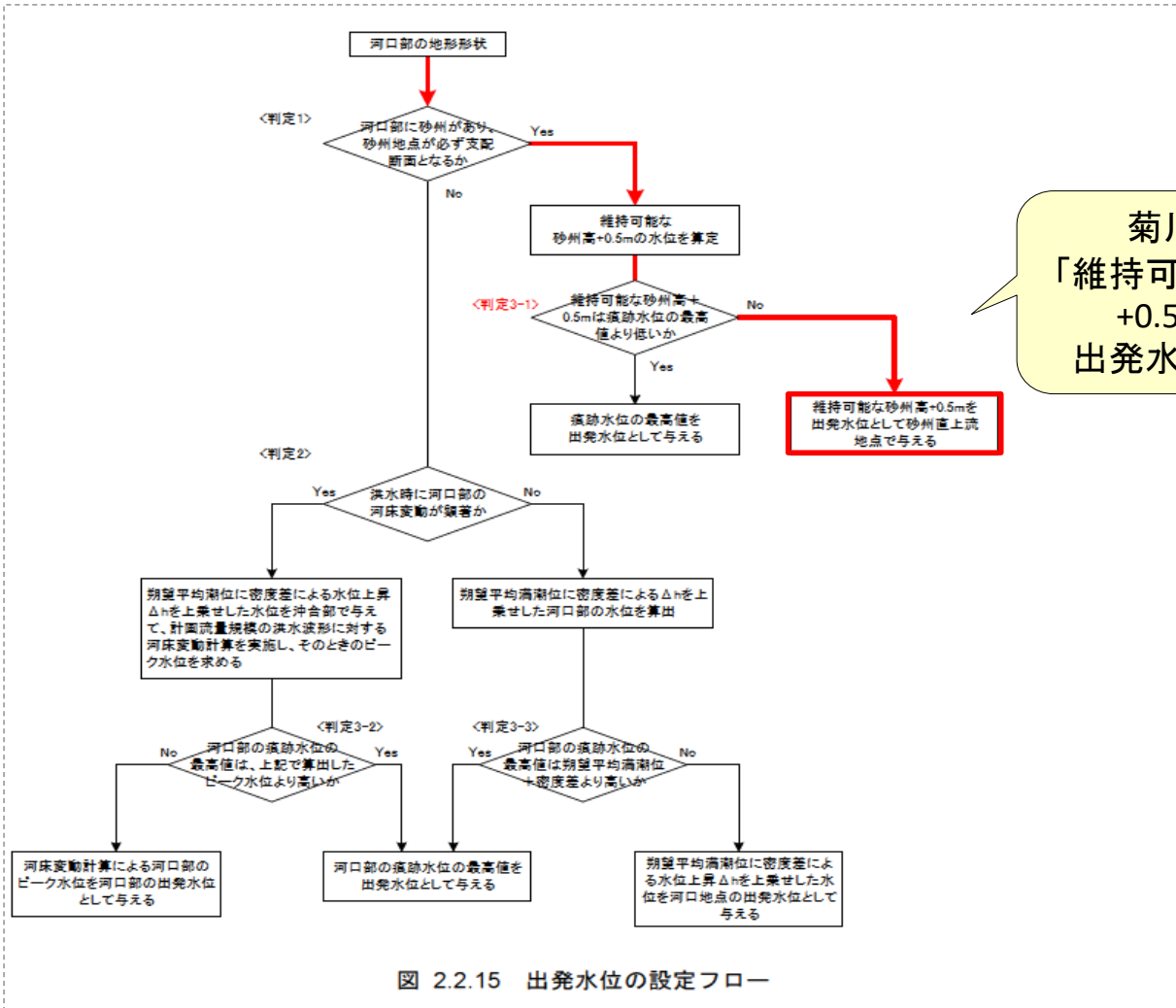
- 砂村の提案式とRectorの提案式を平均した砂州高を設定
- 現状の最大砂州高は T.P.+2.07m
- RCP2.6(2℃上昇に相当)における最大砂州高は T.P.+2.66m
- RCP8.5(4℃上昇に相当)における最大砂州高は T.P.+3.16m



0.2kの河口砂州発達断面の作成

(4) 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討

- 「河道計画検討の手引き」では、河口の出発水位について、以下のフローにより設定することになっている。
- 菊川は河口部に砂州があり、砂州地点が支配断面になることから、フローより「維持可能な砂州高+0.5m」として出発水位を設定している。
- これより、想定最大砂州高から+0.5mを出発水位として設定した。



菊川では「維持可能な砂州高+0.5m」を出発水位で設定

出発水位の設定

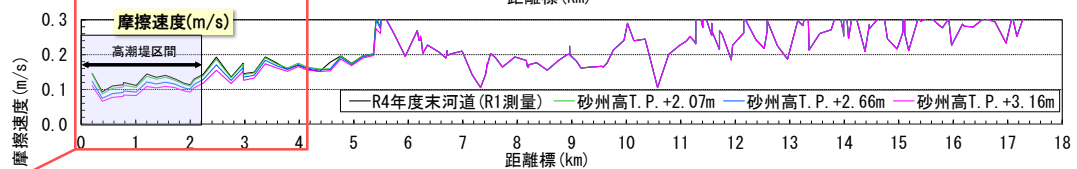
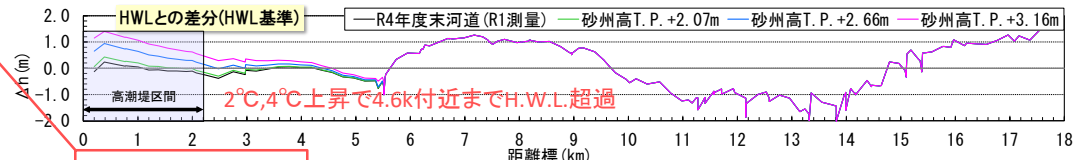
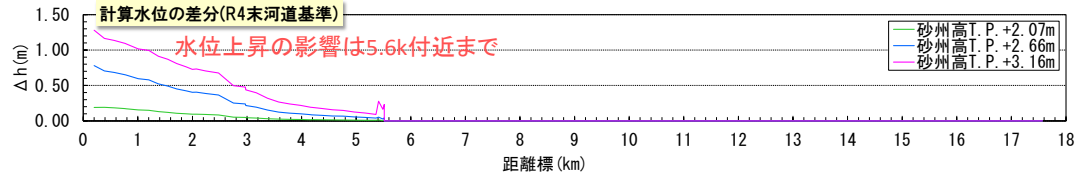
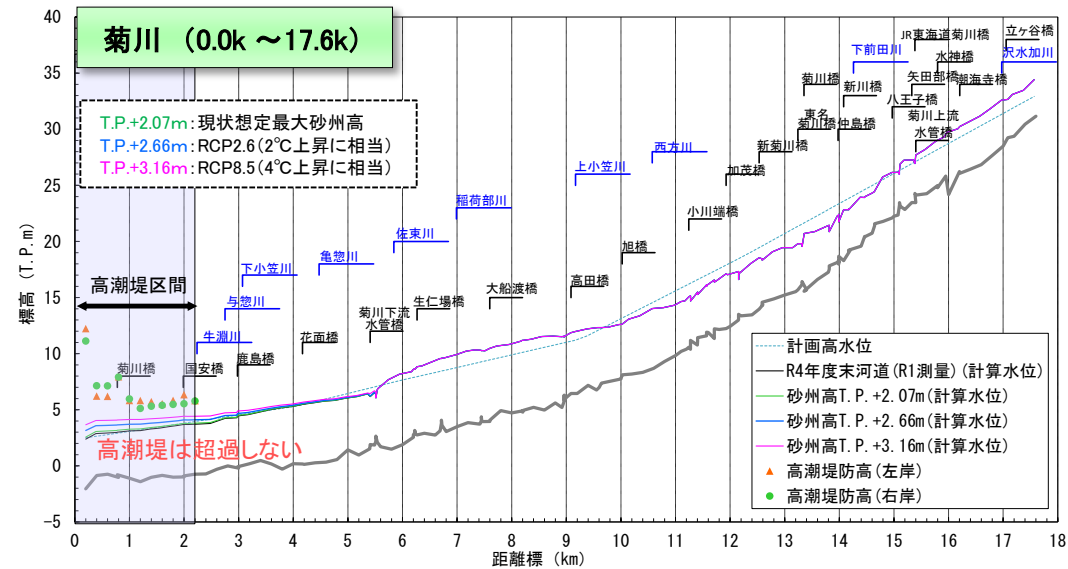
想定最大砂州高	出発水位
現状 (T.P.+2.07m)	T.P.+2.57m
RCP2.6 (T.P.+2.66m)	T.P.+3.16m
RCP8.5 (T.P.+3.16m)	T.P.+3.66m

図 2.2.15 出発水位の設定フロー

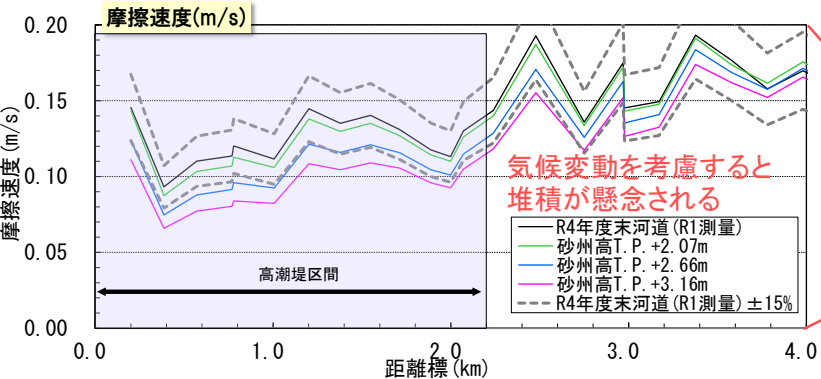
(4) 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討

【治水影響評価結果】 菊川

- 砂州高がT.P.+2.07mで、3.8k付近まで水位上昇の影響が及ぶことが確認された。
- 砂州高がT.P.+2.66m(2°C上昇)、T.P.+3.16m(4°C上昇)だと、5.6kまで水位上昇の影響が及び、河道改修実施済みの4.4k~4.6k付近までH.W.L.を超過するようになる。
- 整備計画検討では、将来的な河床変化傾向として、平均年最大流量流下時に現況河道の摩擦速度から±15%以内であれば河床が安定すると言われている。この考え方を参考に、現況河道の摩擦速度±15%の観点で評価すると、砂州高がT.P.+2.07mでは±15%以内であるが、気候変動を考慮した場合は、摩擦速度が現況河道の-15%以下となっており、現状よりも土砂が堆積しやすくなる可能性があることを確認した。



菊川 整備計画目標流量流下時の水位縦断面図

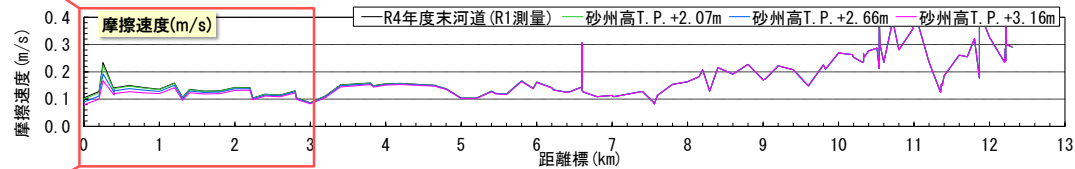
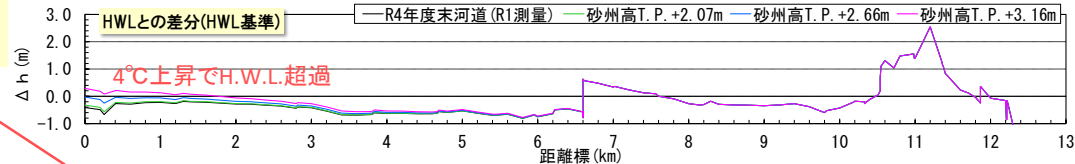
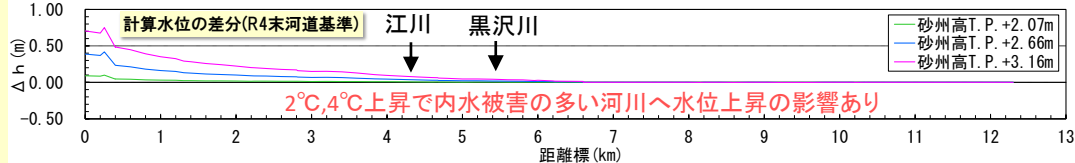
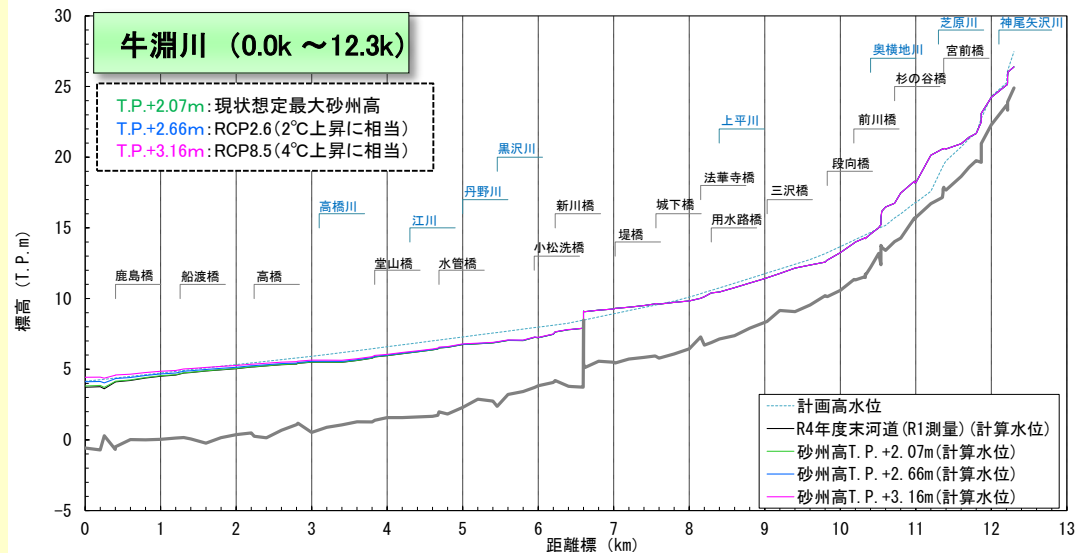


摩擦速度縦断の拡大(河口~4.0k)

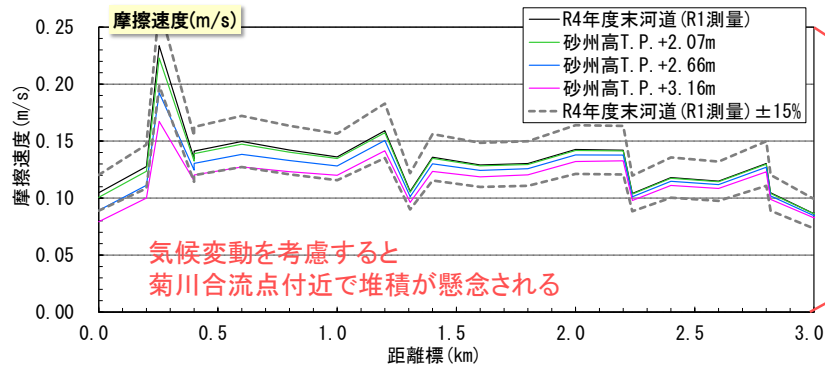
(4) 気候変動による河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響検討

【治水影響評価結果】 牛淵川

- 内水被害の多い江川(牛淵川4.3kに合流)では、R4末河道と比べて、砂州高がT.P.+2.07mでほとんど水位上昇の影響はないが、砂州高がT.P.+2.66m (2°C上昇)で約3.4cm、砂州高がT.P.+3.16m (4°C上昇)で約7.5cm水位上昇する。
- 黒沢川(牛淵川に5.4k合流)はR4末河道から水位上昇の影響はないが、砂州高がT.P.+2.66m (2°C上昇)で約2cm、砂州高がT.P.+3.16m (4°C上昇)で約4.2cm水位上昇となり、内水被害の多い河川まで水位上昇の影響が及ぶ可能性があることを確認した。
- 菊川合流点付近の摩擦速度は、砂州高がT.P.+3.16m (4°C上昇)の場合、河床の安定性の指標となる現況河道の摩擦速度-15%より小さくなる。このことから、気候変動を考慮すると、掃流力が落ち、菊川合流点付近の河道内に現状よりも土砂が堆積しやすくなる可能性があることを確認した。



牛淵川 整備計画目標流量流下時の水位縦断面図



摩擦速度縦断の拡大 (0.0k ~ 3.0k)

(5) 河口砂州の変化による治水影響検討（まとめ）

検討② 流量規模別の河口砂州の変化量の把握及び変化量に応じた

流下能力への影響把握

河口砂州フラッシュを考慮した治水検討

- 河口砂州のフラッシュを想定した現況流下能力を算定した結果、定期横断による評価では再堆積等の影響により流下能力が不足していた区間でも、流下能力が確保されている状況が確認できた。

検討③ 出発水位及び河口砂州の上昇による治水上の影響範囲についての感度分析

河口砂州の上昇を想定した水位上昇影響の検討

- 河口砂州高の上昇による菊川下流区間への治水影響を検討した結果、現状想定される最大砂州高では、菊川本川での水位上昇量はわずかであり、内水被害が発生している黒沢川までは影響が及ばないことを確認した。
- 一方で、**気候変動による海面水位上昇の予測シナリオ**を踏まえると、菊川では、河道改修実施済み区間を含めた下流区間や、牛淵川下流で**H.W.L.を超過**することを確認した。
- この影響は、内水被害が発生している黒沢川まで影響が及ぶ可能性がある。
- 気候変動を考慮すると、河口砂州高の上昇により水位も上昇し、掃流力が低下して下流で現状より堆積する可能性を確認した。



河口砂州が水位上昇に与える影響や、河口砂州フラッシュによる現況流下能力の評価を踏まえて、引き続き河口砂州の変動について実態を把握するためのモニタリング調査を継続するとともに、今後の河川整備計画の見直しを見据えた治水計画検討が必要となる

(6) 今後の検討予定

- 菊川河口砂州のモニタリングや治水検討における課題と今後の方針を整理した。

現時点の課題と今後の対応方針

- 令和4年度の出水により河口砂州のフラッシュ状況を確認できたが、令和4年度の出水は低い潮位での出水だったため、高潮位の条件による砂州のフラッシュ状況についても確認する必要がある
⇒引き続きモニタリング調査を実施し、データの蓄積に努めていく
- 令和4年度の出水は深夜に洪水ピークを迎えたため、洪水ピーク時の砂州のフラッシュ状況の把握ができなかった
⇒夜間でも出水監視が出来るような暗視カメラを設置
- 河口砂州のフラッシュを考慮した現況流下能力の妥当性の確認
⇒今後の河川整備計画の見直し検討を見据え、現況流下能力評価方法の見直しにより、河口付近の河道掘削量を低減できる可能性の検討
- 河口砂州高の上昇が治水に与える影響
⇒引き続きモニタリングを実施し、評価の妥当性を確認
⇒追加のモニタリングとして、簡易水位計の縦断的に複数設置することにより(下流端の水位上昇影響区間;河口部～6.0k)、出水時の水面形状や水位上昇速度を確認

赤字:対応方針