

第8回 安倍川総合土砂管理計画 検討委員会資料

平成24年3月
静岡河川事務所

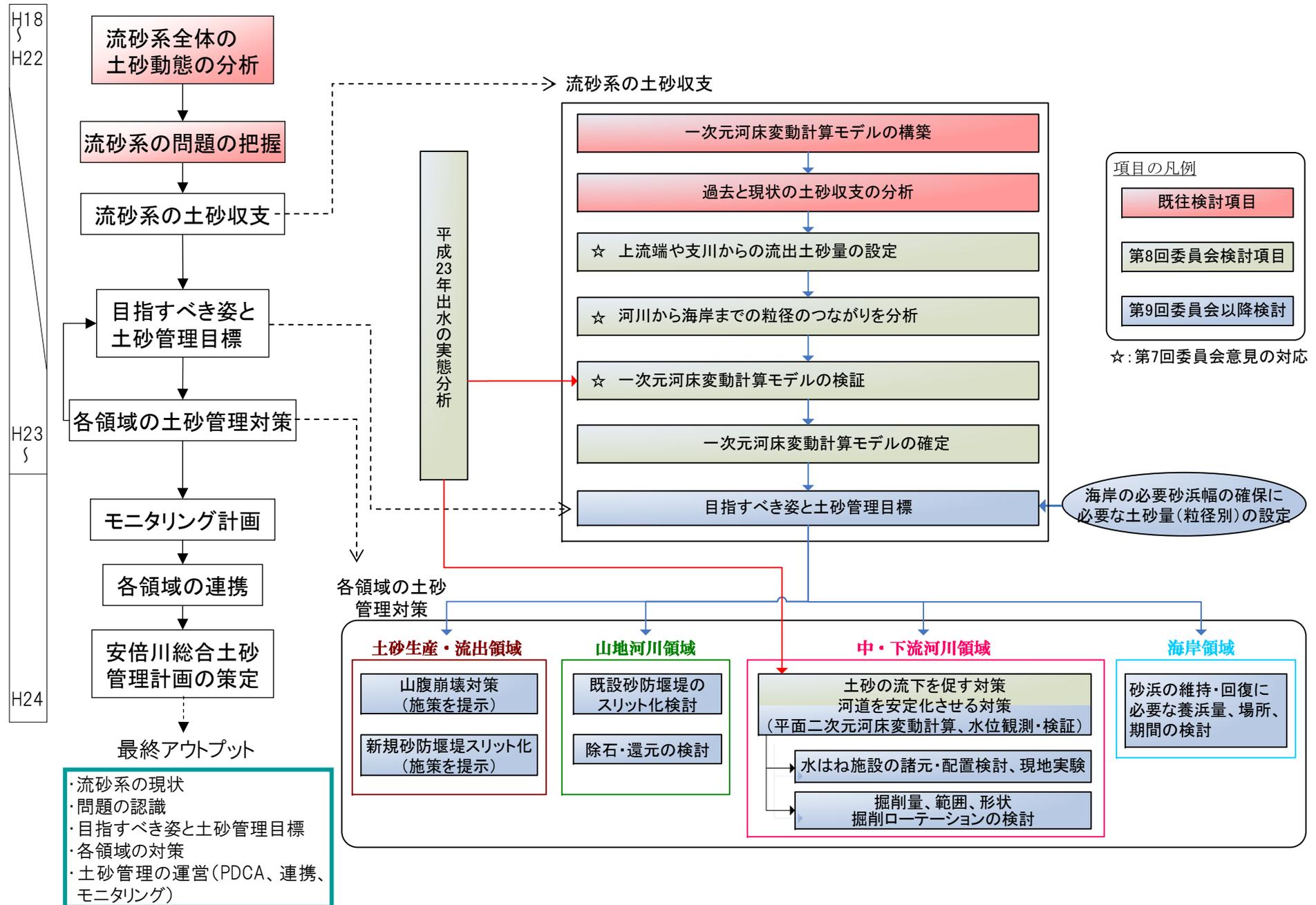
目 次

1. 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ(案)
2. 第7回委員会のまとめ
3. 平成23年出水の再現検証
 - 3.1 一次元河床変動計算の再現検証
 - (1) 支川からの流入量設定【第7回委員会指摘事項】
 - (2) 粒径のつながり【第7回委員会指摘事項】
 - (3) 供給土砂量の設定【第7回委員会指摘事項】
 - (4) 一次元河床変動計算による再現検証(H23 短期再現)
 - (5) 一次元河床変動計算による再現検証(S54～H23 長期再現)
 - 3.2 平面二次元河床変動計算による再現検証
4. 安倍川 現状の土砂収支
5. 土砂収支の将来予測



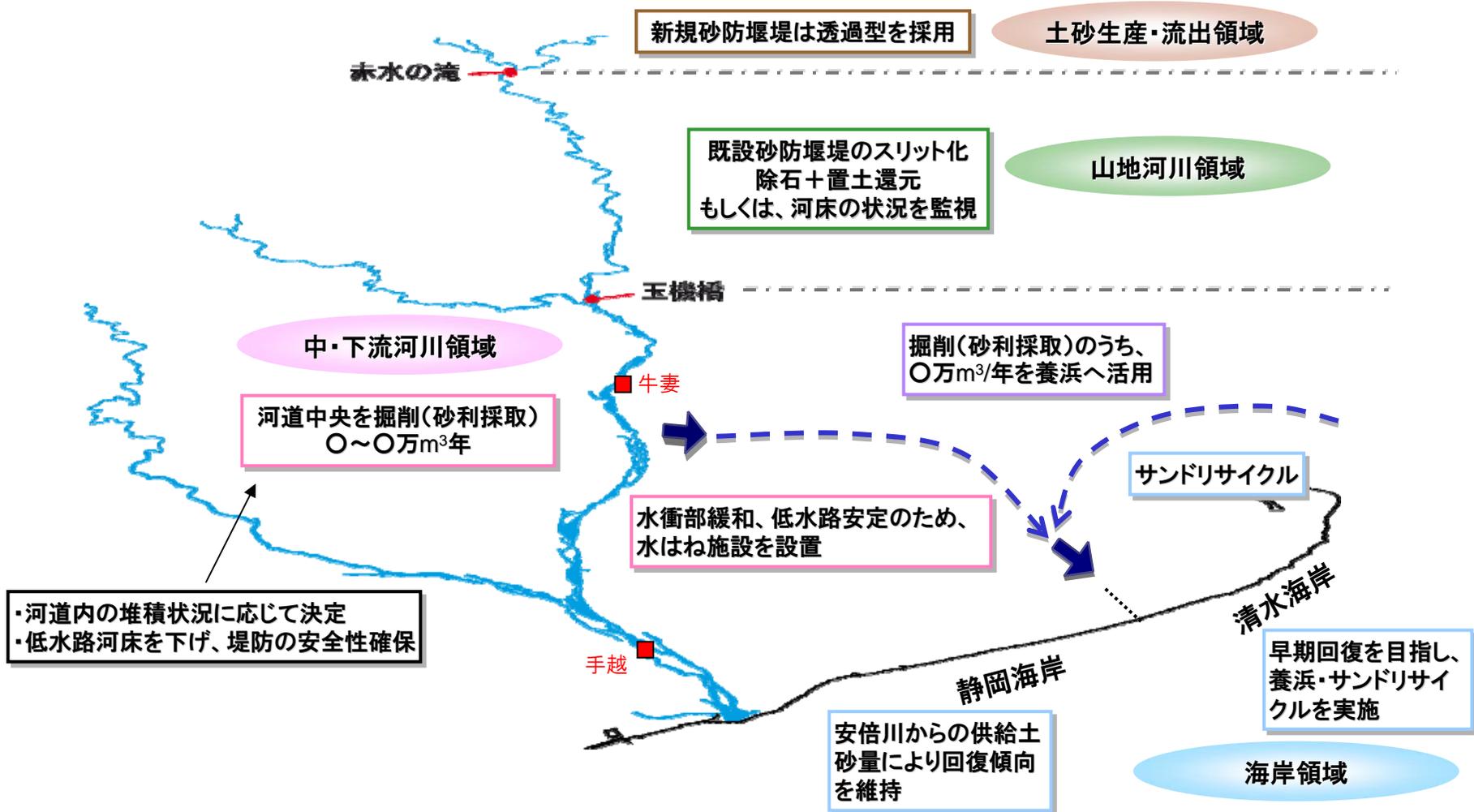
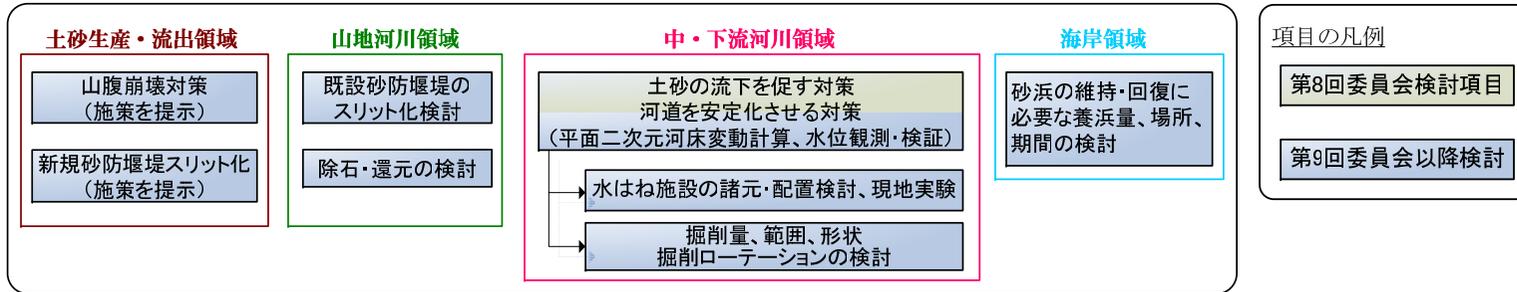
1. 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ（案）

1. 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ(案)



1. 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ(案)

各領域の土砂管理対策



An aerial photograph of a city, likely Sendai, Japan, showing a wide river system (the Tone River) flowing through the urban area. The city is densely packed with buildings, and the surrounding landscape is dominated by a range of mountains, some with snow-capped peaks, under a clear sky. The overall color palette is dominated by blues and greys, giving it a monochromatic appearance.

2. 第7回委員会のまとめ

◇支川からの流出土砂量を設定するため、支川の流量を把握する必要がある。

➡ 流出計算、水位計データからの流量推定により、支川流入量を設定(P.9,10)

◇河川と海岸の材料について、粒度組成を照らし合わせて分析する必要がある。

➡ 河川と海岸の粒度構成について統一した区分で整理し、土砂移動の”つながり”を分析(P.11,12)

◇一次元河床変動計算で設定している土砂生産・流出領域からの供給土砂量と、流砂量観測結果等を比較する必要がある。

➡ 流砂量観測結果より、一次元河床変動計算の供給土砂量を比較(P.13)

- ・ 第7回委員会指摘事項について、平成23年出水時に得られたモニタリング結果をもとに検討。
- ・ 平成23年出水時のモニタリング結果を踏まえて、河床変動モデルの条件を設定。

H23 出水時の モニタリング項目	内容	第7回委員会指摘事項			河床変動モデルへの反映								
		支川の供給土砂量設定のための支川流量の把握	河川と海岸の 粒度組成の照合	土砂生産・流出領域 からの土砂量の把握	一次元河床変動計算モデルの検証			平面二次元河床変動計算モデルの検証					
					境界条件	初期条件	検証	境界条件	初期条件	検証			
高水流量観測	洪水時のピーク流量	手越地点の比流量により各支川の横流入量算定	手越地点の比流量、流出計算及び水面形からの推定流量を比較	手越地点の比流量により各支川の流入量を設定							本川流量(手越)の検証材料		
水位観測	観測所水位よりHQ換算流量算定												
	簡易水位計				H23 出水時の水面形から葦科川・足久保川の横流入量算定					上・下流端の境界水位の設定(葦科川含む)			
雨量観測	流出計算による各流域の流出量算定	流出計算による各支川横流入量算定											
痕跡水位調査	H23 出水時の左右岸最大水位(台風15号時)						短期検証における最高水位(左右岸平均水位)の縦断形の検証				最高水位(左右岸の水位差)の縦断形の検証		
地形観測	LP 測量(H23 出水前後)	洪水前後のみお筋位置や堆積・洗掘状況把握				H23.4 測量成果(短期 H23 出水)	平均河床高縦断形の検証(H23.10 測量成果と比較)		H23.4 測量成果		みお筋形状や堆積・洗掘位置の検証(H23.10 測量成果と比較)		
	河口部深浅測量	H23 出水前後の安倍川河口部の移動限界水深(A.P.-8m)以浅の堆積状況					河口への流出土砂量の検証						
	横断測量(※H23 出水後の横断測量実施中)	—				S51 横断測量成果(長期 S54~H23)	※H23 出水後の横断測量実施中						
	空撮(斜め撮影)	H23 出水前後のみお筋位置、堆積・洗掘位置の状況把握									出水後の滞筋位置等の確認		
H23 出水後の河床材料調査	H23 出水前後(1kピッチ程度)		山地河川領域～中・下流河川領域におけるS57.H20.H23調査結果を比較 山地河川領域～海岸領域の粒径のつながりは、近い調査年次で比較			短期(H23 出水)はH20 調査結果 長期(S54~H23)はS54 調査結果 粒径区分と代表粒径は各領域に存在する粒径から各ケース統一	計算による河床材料粒度組成の変化傾向の検証(H23 調査結果と比較)	H20 調査結果 粒径区分と代表粒径は各領域に存在する粒径から各ケース統一		計算による河床材料粒度組成の変化傾向の検証(H23 調査結果と比較)			
H23 出水以前のモニタリング項目 大島砂防堰堤 流砂量観測	—			大島砂防堰堤の実績流砂量観測から推定される全流砂量と平衡給砂量の比較	上流端供給土砂量として、赤水の滝上流(46.0k)断面の平衡給砂量を設定								

※第7回委員会意見「河川と同様、海岸の土砂収支を表示」に対しては、第9回委員会に対応予定

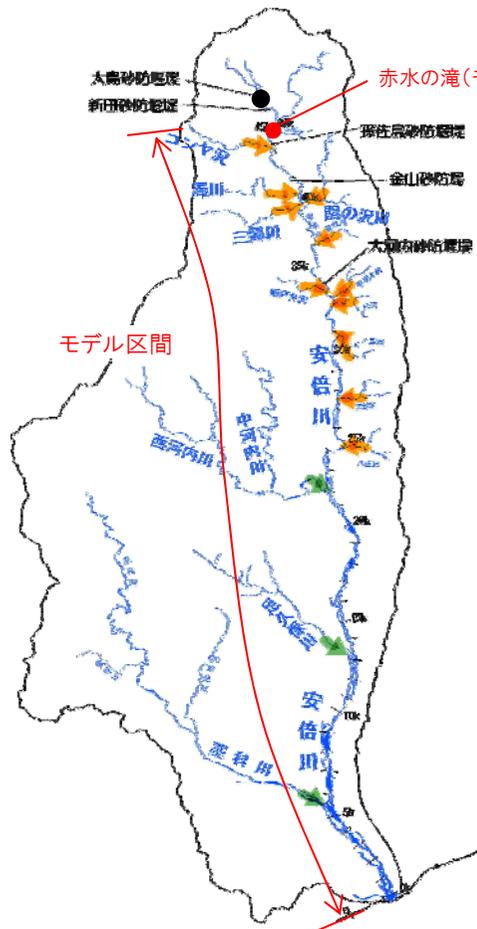
An aerial photograph of a city and its surrounding landscape. The city is densely packed with buildings and infrastructure, situated in a valley. A river winds through the city, and a large body of water is visible in the foreground. In the background, there are several mountain ranges, some with snow-capped peaks. The overall scene is captured from a high altitude, providing a wide view of the urban and natural environment.

3. 平成23年出水の再現検証

(1)支川からの流入量設定【第7回委員会指摘事項】

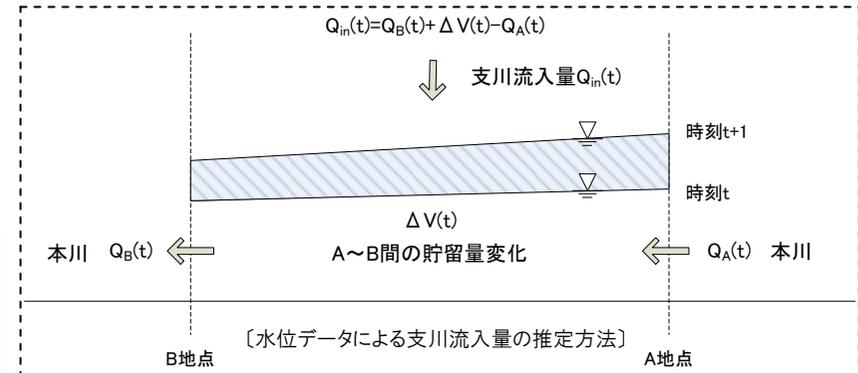
3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- ・ 既往の一次元河床変動計算モデルでは、14支川を考慮。支川の流入量は手越地点のHQ換算流量からの比流量で設定。
- ・ 手越地点の比流量と比較する為に、平成23年出水時に得られた水位計データから藁科川、足久保川の流入量を推定。



河川名	合流地点の流域面積	供給土砂量の算定方法
手越地点(4.0k) 流域面積: 537.3(km ²)	-	-
藁科川(5.75k) 流域面積: 178.5(km ²)	500.2(km ²)	0.0k~9.0kをモデル化(S60 測量成果) 上流端は9.0kの不等流計算結果に基づく平衡給砂量とし、0.0kの通過土砂量を安倍川に供給 なお、浮遊砂量は浮遊砂量式により算定
足久保川(13.5k) 流域面積: 71.2(km ²)	321.7(km ²)	合流断面をモデル化 合流点断面の等流計算結果に基づく平衡給砂量を安倍川に供給
中河内川(22.0k) 流域面積: 139.6(km ²)	250.5(km ²)	
八重沢(25.0k) 流域面積: 8.8(km ²)	110.9(km ²)	
黒部沢(27.5k) 流域面積: 9.7(km ²)	102.1(km ²)	
黒沢(30.75k) 流域面積: 15.5(km ²)	92.4(km ²)	
白沢(32.75k) 流域面積: 7.2(km ²)	76.9(km ²)	
有東木沢(32.75k) 流域面積: 6.2(km ²)	69.7(km ²)	
飯戸井沢(33.5k) 流域面積: 5.9(km ²)	63.5(km ²)	
藤代川(37.25k) 流域面積: 11.3(km ²)	57.6(km ²)	
関の沢川(40.0k) 流域面積: 12.2(km ²)	46.3(km ²)	
三郷川(40.25k) 流域面積: 9.9(km ²)	34.1(km ²)	
濁川(40.5k) 流域面積: 12.1(km ²)	24.2(km ²)	
コンヤ沢(44.0k) 流域面積: 12.1(km ²)	-	

- ➡ 既往支川モデル (第7回委員会以前)
- ➡ 新規支川モデル (第8回委員会で新規に設定)



藁科川



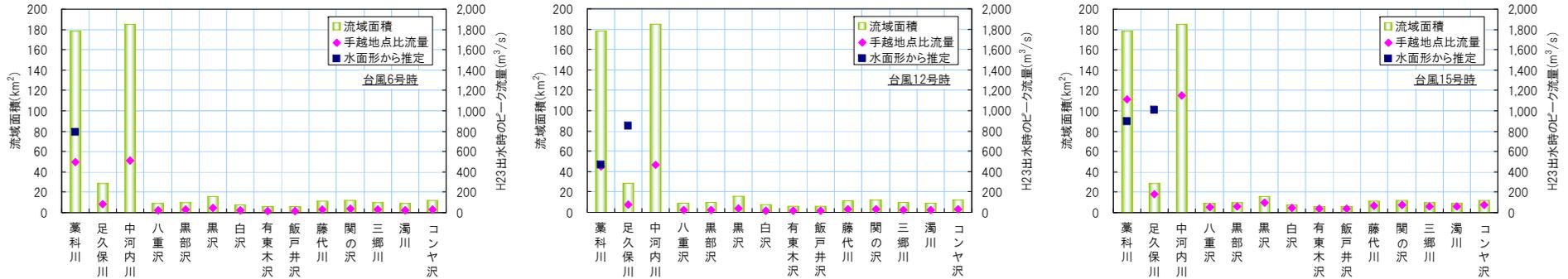
足久保川

H23出水時の横流入量推定

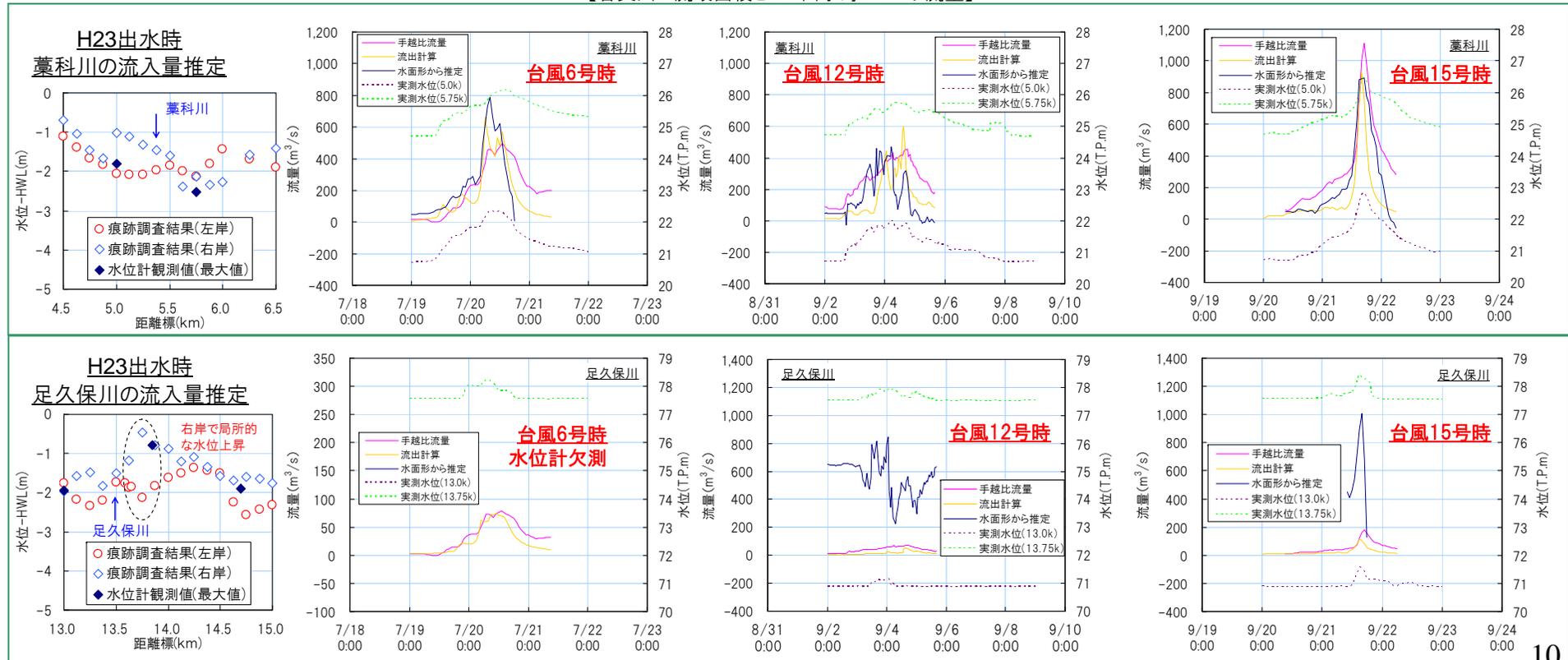
(1)支川からの流入量設定【第7回委員会指摘事項】

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- 平成23年出水時に得られた水位計データからの推定流入量、流出計算結果、及び手越地点のHQ換算流量(速報値)からの比流量速報値を比較すると、藁科川ではそれぞれ同程度となることを確認。(足久保川では、流量推定に用いる水位計データ取得地点では局所的な水位上昇を生じているので、比較対象としない)
- 比流量で支川流入量を与えた一次元河床変動計算による平成23年出水の水面形の計算結果が、痕跡水位を再現していることを確認。
- 以上の比較・検証から、支川の流入量は手越地点のHQ換算流量からの比流量で設定。



【各支川の流域面積とH23出水時のピーク流量】



(2) 粒径のつながり【第7回委員会指摘事項】

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

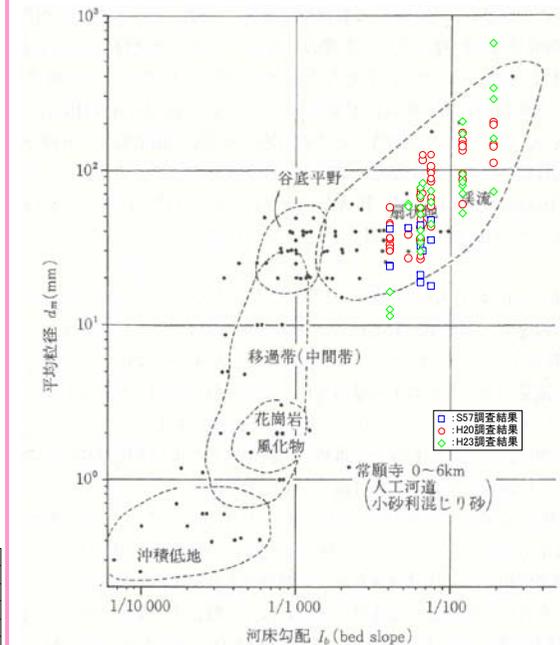
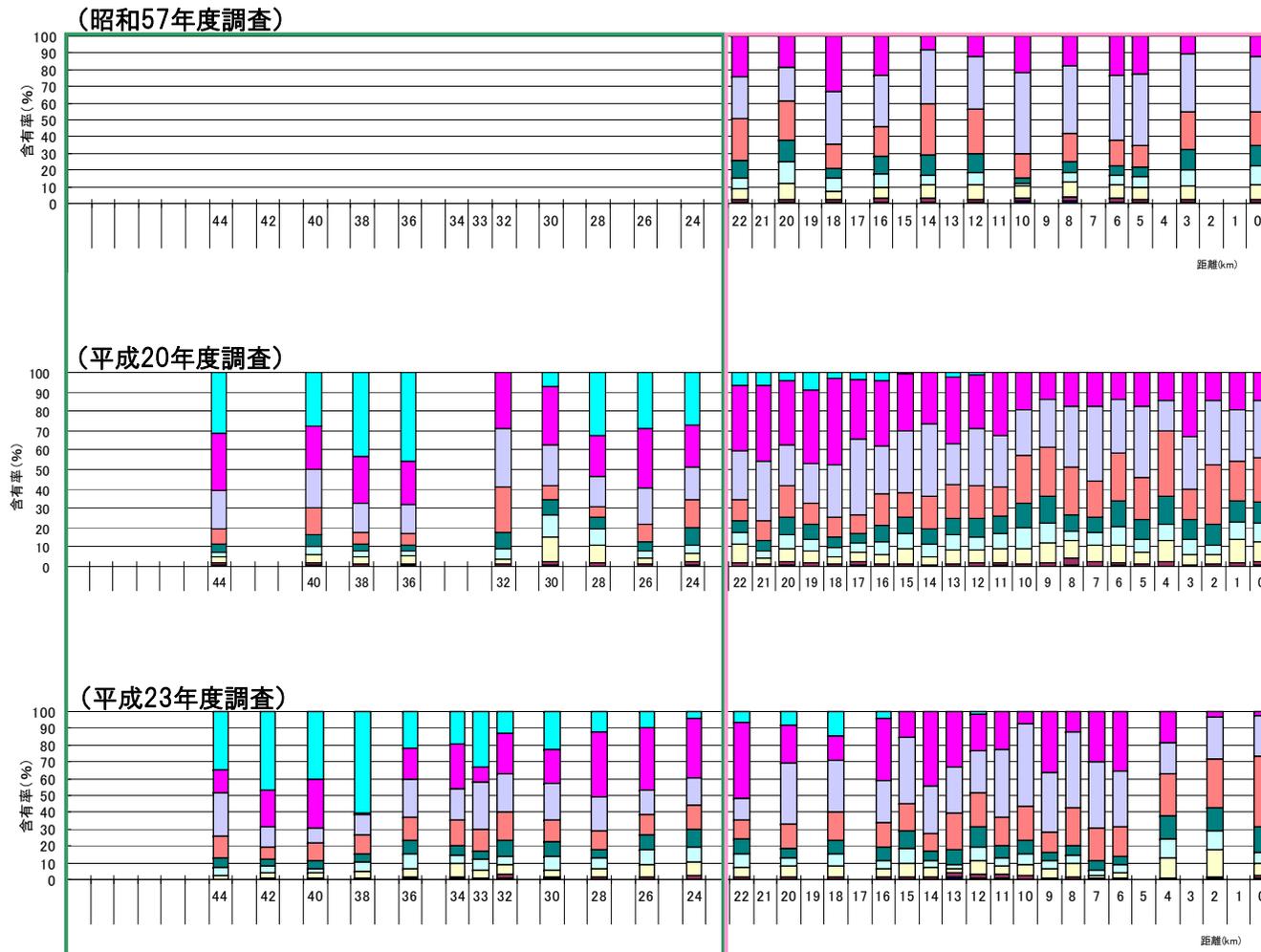
- 縦断的な粒度組成は、経年的に同傾向。
- 平均粒径と河床勾配との関係は、経年的に同様の範囲に位置している。



		5 μm	75 μm	250 μm	425 μm	850 μm	2mm	4.75mm	75mm	300mm		
粘土	シルト	細砂		中砂		粗砂		細礫	中礫	粗礫	粗石 (コブル)	巨石 (ボルダー)
		砂						礫		石		
細粒分		粗粒分						石分				

【山地河川領域】

【中下流河川領域】



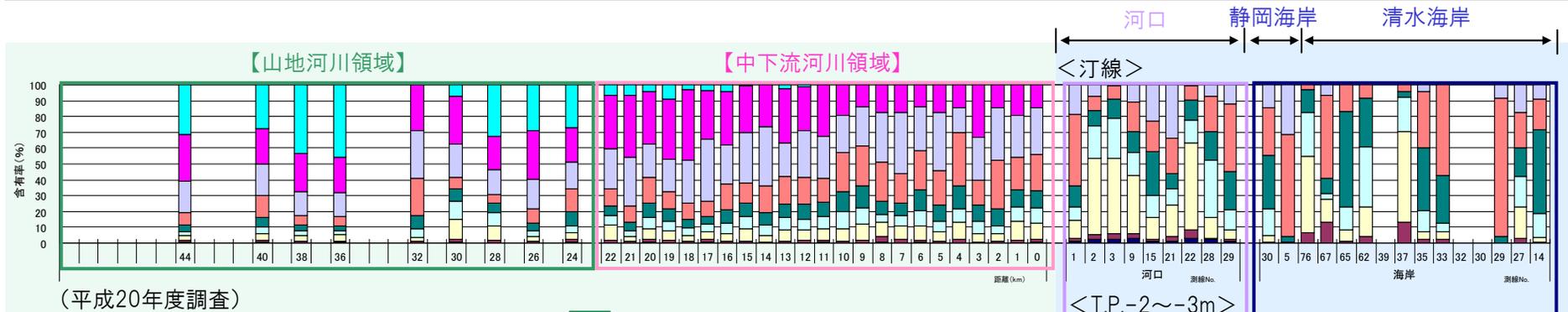
※沖積河川-構造と動態-P101 図5-3を基に作成

平均粒径と河床勾配の関係

(2) 粒径のつながり【第7回委員会指摘事項】

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- ・ 山地河川領域、中・下流河川領域では、シルト分・粘土分～巨石までの粒径が存在している。
- ・ 河口テラスにおいて、汀線付近～T.P.-2～-3mでは粗礫分までの粒径が存在し、T.P.-5m以深では中砂・細砂分が主な粒径となっている。
- ・ 静岡海岸・清水海岸の汀線付近では、粗礫分までの粒径が存在し、清水海岸の消波堤区間(NO.30～)では急勾配により粗礫分が存在している。
- ・ 各領域に存在する粒径の範囲を考慮して、河床変動モデルの粒径区分と区分代表粒径を設定。



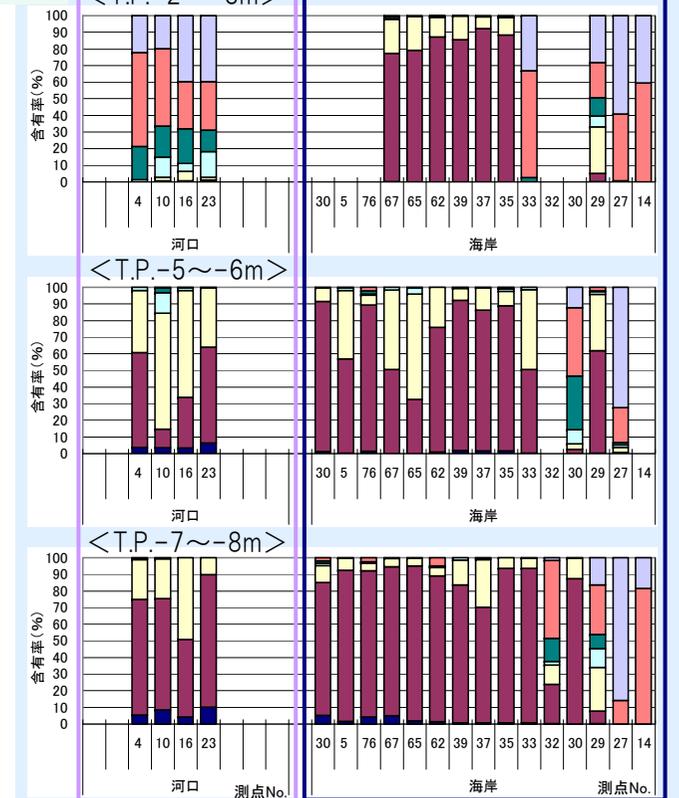
■シルト分・粘土分 ■細砂分 □中砂分 □粗砂分 ■細礫分 ■中礫分 □粗礫分 ■粗石 ■巨石

反映

一次元・平面二次元河床変動モデル上の粒径区分

粒径区分 (mm)	土質区分	代表粒径 (mm)
⑬ 1000 ~ 500	巨石	707.11
⑫ 500 ~ 300	巨石	387.30
⑪ 300 ~ 100	巨石	173.21
⑩ 100 ~ 75	粗石1	86.60
⑨ 75 ~ 37.5	粗石2	53.03
⑧ 37.5 ~ 19.0	粗礫1	26.69
⑦ 19.0 ~ 9.5	粗礫2	13.44
⑥ 9.5 ~ 4.75	中礫	6.72
⑤ 4.75 ~ 2.00	細礫	3.08
④ 2.00 ~ 0.85	粗砂	1.30
③ 0.85 ~ 0.25	中砂	0.46
② 0.25 ~ 0.075	細砂	0.14
① 0.075 ~	シルト以下	0.06

海岸領域に存在する粒径範囲



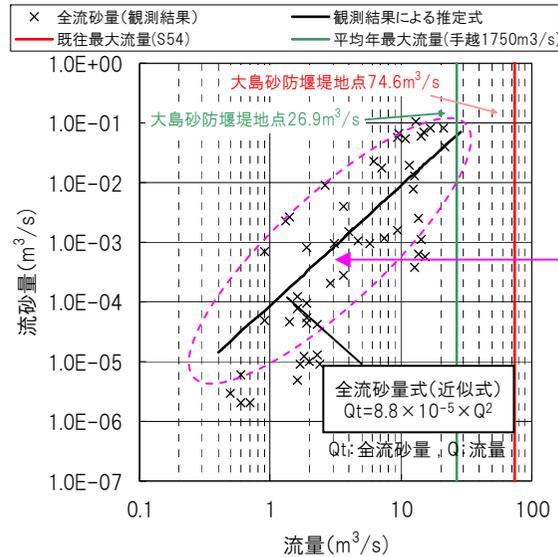
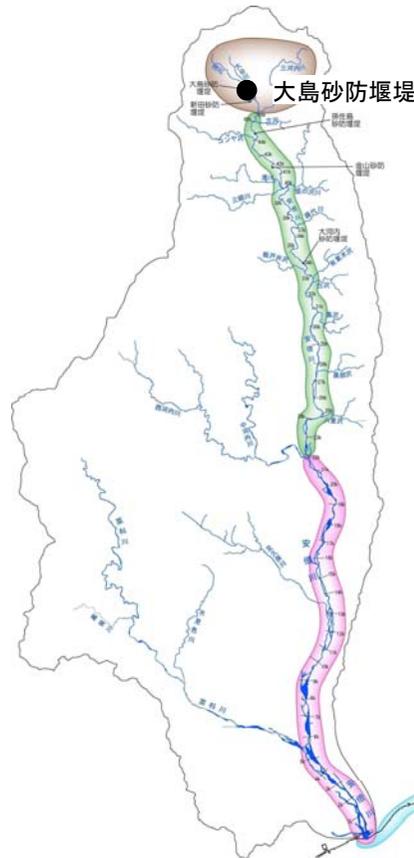
（平成17年度調査）

（平成18年度調査）

(3) 供給土砂量の設定【第7回委員会指摘事項】

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- 既往の一次元河床変動計算モデルでは、上流端供給土砂量を平衡給砂量で設定。
- 赤水の滝上流(46.0k)断面における平衡給砂量と既往の流砂量観測結果を基に推定した流砂量は、再現計算期間(S54~H23)で同程度。
- このことから、上流端供給土砂量として、赤水の滝上流(46.0k)断面の平衡給砂量を設定。



観測流量最大値(H16台風22号時)
 大島砂防堰堤: 22m³/s
 赤水の滝地点: 手越比流量: 68m³/s

流域面積
 大島砂防堰堤上流: 8.8km²
 赤水の滝上流: 37.7km²

大島砂防堰堤の全流砂量式(比流砂量)から推定

赤水の滝地点
全流砂量(S54~H23年(33年間)): 304.8万m³

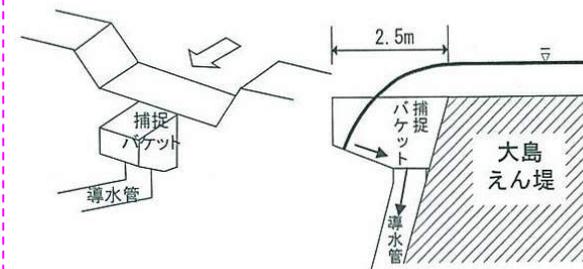
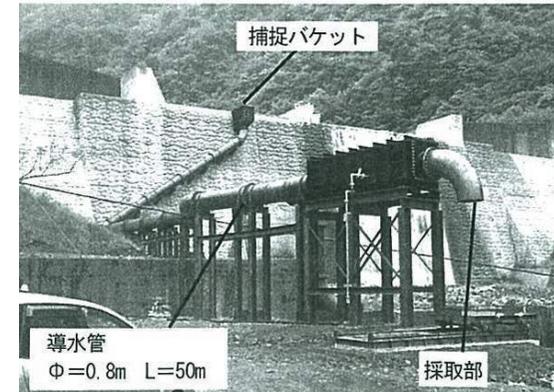
一次元河床変動計算における平衡流砂量

赤水の滝地点
全流砂量(S54~H23年(33年間)): 327.1万m³

※平衡給砂量: 芦田・道上式により算定した粒径毎の流砂量の合計

全流砂量観測から推定した流砂量と一次元河床変動計算における平衡流砂量は同程度

大島砂防堰堤の流砂量補足装置



※平成15~17年の出水を対象に観測を実施
出典:「流砂の実態把握を目的とした安倍川上流大谷川支川流域における洪水時全流砂量観測(砂防学会誌)」

(4)一次元河床変動計算による再現検証(H23出水 短期再現)

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- ・ H23出水による河床変動高の縦断的な傾向及び痕跡水位を、一次元河床変動計算により概ね再現。
- ・ 平成23年出水後の安倍川河口部における移動限界水深(T.P.-8m)以浅の堆積土砂量は、4~9月の実績で65万m³、一次元河床変動計算値で67万m³。

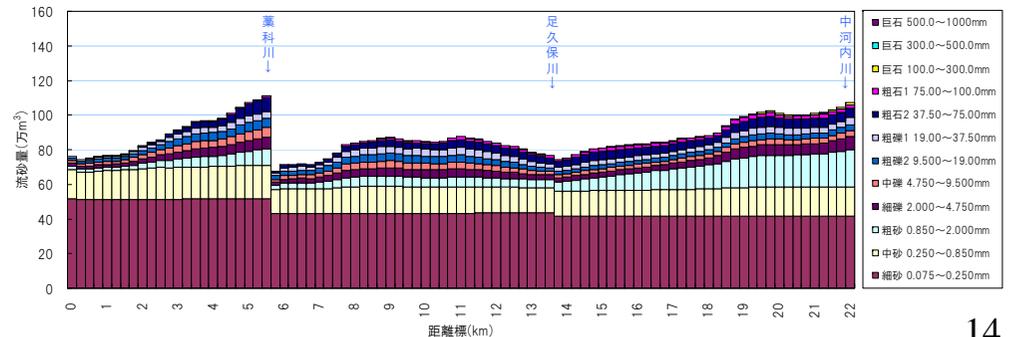
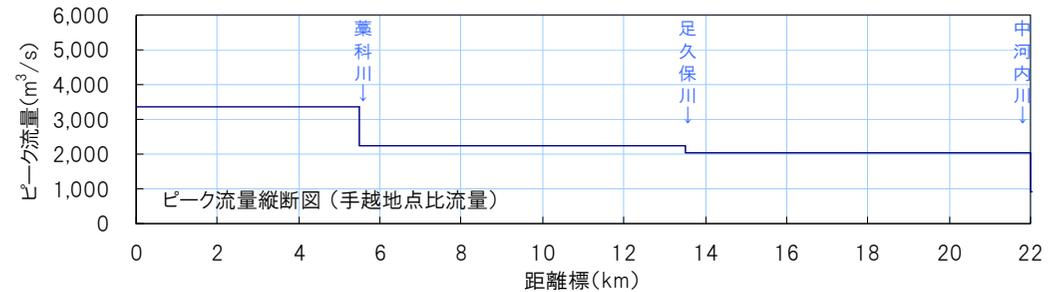
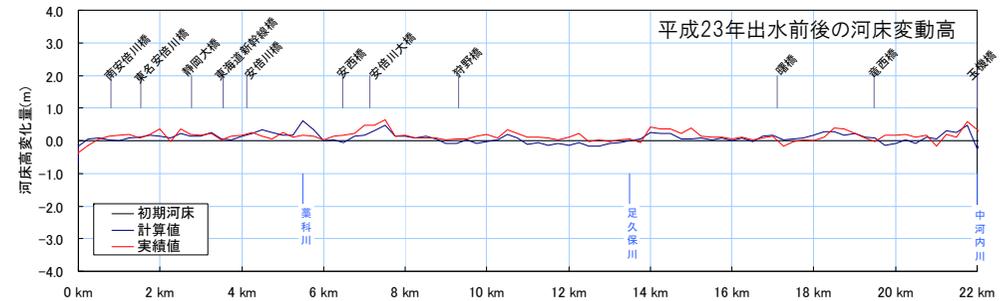
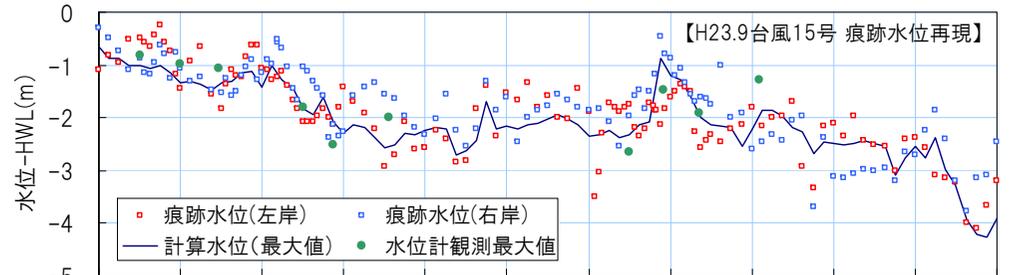
再現検証(一次元河床変動計算)の計算条件

条件項目	条件
計算手法	水理計算 : 一次元不等流計算 河床変動計算 : 一次元河床変動計算(混合砂モデル)
計算ステップ	Δt=5分
流砂量式	芦田・道上式(掃流砂) 芦田・道上式(浮遊砂)
限界掃流力	エギアザロフ式(芦田・道上による修正式)
対象期間	平成23年7~9月出水を対象
初期断面	0.0~22.0k : 平成23年4月レーザプロファイル測量 22.0~45.5k : 平成17年3月定期横断測量 250mピッチ(43.0k~44.0kは100mピッチ)
下流端条件	出発位置 : 河口沖(水深10m付近) 出発水位 : 清水港実績潮位
上流端条件	流量 : 手越地点のHQ換算流量(速報値)の流域面積比 ハイドロ
粗度係数	痕跡水位(H23.9台風15号)を再現するよう設定した粗度係数 ・痕跡を再現するように逆算 ・砂防区間(22.25k~45.5k)は長期再現検証(S54~H23)の検証粗度係数 0.0k~5.5k : 0.030 5.5k~8.0k : 0.030 8.0k~13.5k : 0.030 13.5k~20.0k : 0.030 20.0k~22.0k : 0.033 22.0k~34.0k : 0.045 34.0k~45.5k : 0.050
粒度組成	安倍川 : 平成20年度河床材料調査結果 薬科川(5.75k), 足久保川(13.5k), 中河内川(22.0k) : 平成23年度調査結果 八重沢(25.0k) : 平成20年度調査結果(安倍川25k地点) 黒部沢(27.5k) : 平成20年度調査結果(安倍川28k地点) 黒沢(30.75k) : 平成20年度調査結果(安倍川31k地点) 白沢・有東木沢(32.75k) : 平成20年度調査結果(安倍川33k地点) 飯戸井沢(33.5k) : 平成20年度調査結果(安倍川33k地点) 藤代川(37.25k) : 平成20年度調査結果(安倍川38k地点) 関の沢川(40.0k) : 平成20年度調査結果(安倍川41k地点) 三郷川(40.25k) : 平成20年度調査結果(安倍川41k地点) 瀧川(40.5k) : 平成20年度調査結果(安倍川41k地点) コンヤ沢(44.0k) : 平成20年度調査結果(安倍川44k地点)
供給土砂量	上流端 : 赤水の滝上流(46.0k)の等流計算に基づく平衡給砂量 ⇒大島砂防堰堤における流量一流砂量関係式により妥当性確認 支川(薬科川) : 上流端断面の不等流計算結果に基づく平衡給砂量 ⇒浮遊砂量は、観測結果に基づく浮遊砂関係式を考慮 支川(その他) : 合流点の支川断面の等流計算結果に基づく平衡給砂量
空隙率	0.35 ^{※1}
混合層厚	0.5m(最大粒径程度)
その他の境界条件	横断工物は、河床低下しないよう設定 砂防堰堤 : 大河内(34.2k)、金山(41.7k)、孫佐島(44.3k) 橋梁 : 大河内橋(31.05k)、関の沢橋(40.58k)

※1「沖積河川 一構造と動態一」の記述(「河床変動計算のための空隙率は、0.3~0.4程度としてよい」、p.64)

平成23年出水時の移動限界水深(T.P.-8m)以浅における安倍川河口部の堆積土砂量

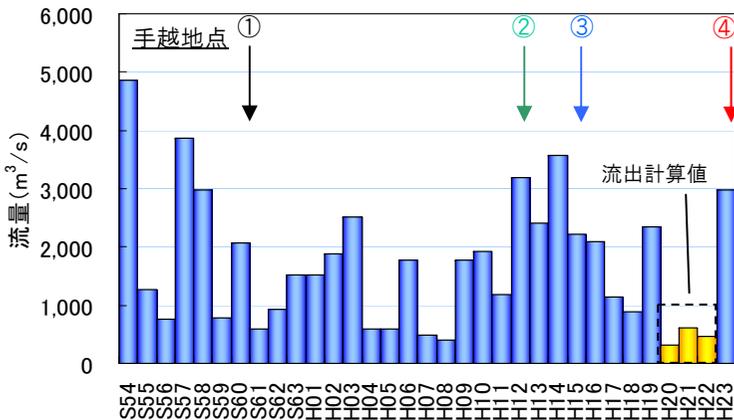
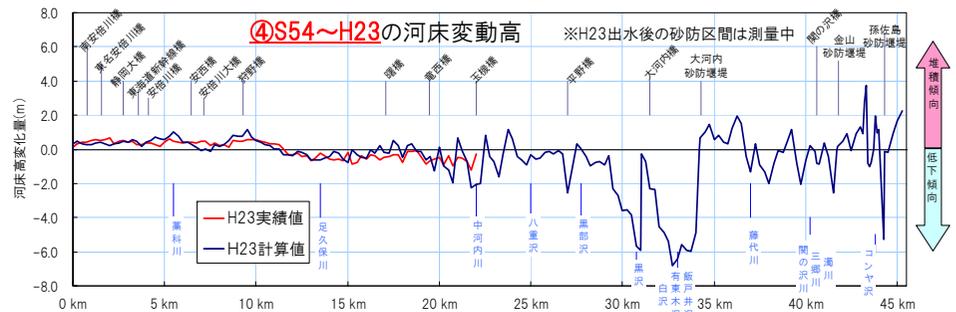
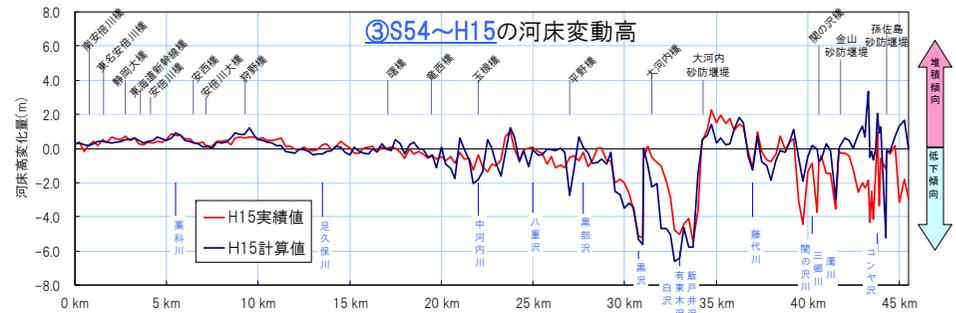
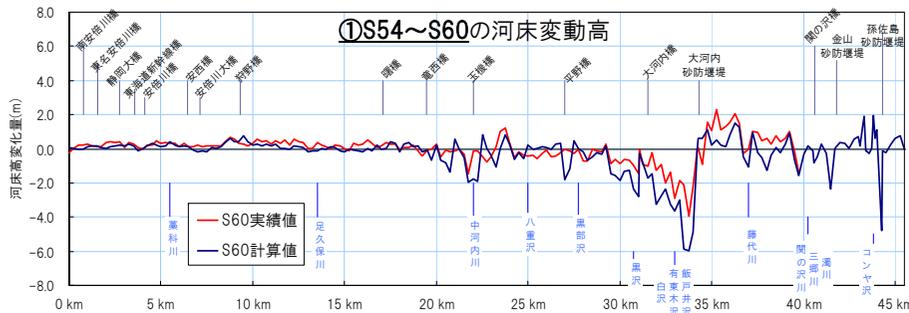
実績(H23.4~9)	
河口部詳細深淺測量	65万m ³
一次元河床変動計算値	67万m ³



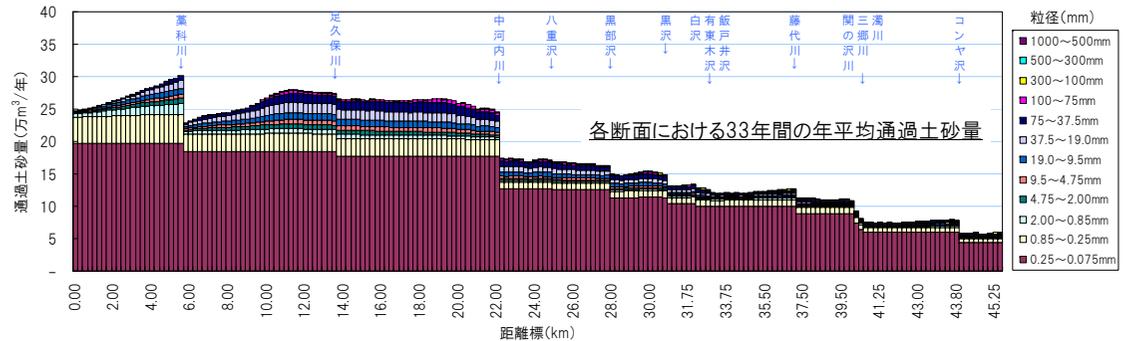
(5)一次元河床変動計算による再現検証(S54~H23出水 長期再現)

3. 平成23年出水の再現検証 3.1 一次元河床変動計算の再現検証

- ・ S54~H23の期間の長期再現検証では、経年的に見て、縦断的な堆積・洗掘傾向を概ね再現。、今後、本モデルにより土砂収支を評価。
- ・ この結果より、河口への供給土砂量は年平均約25万m³程度であったと推定。



検証期間内の年最大流量(観測所流量)



□平面二次元河床変動計算による再現検証

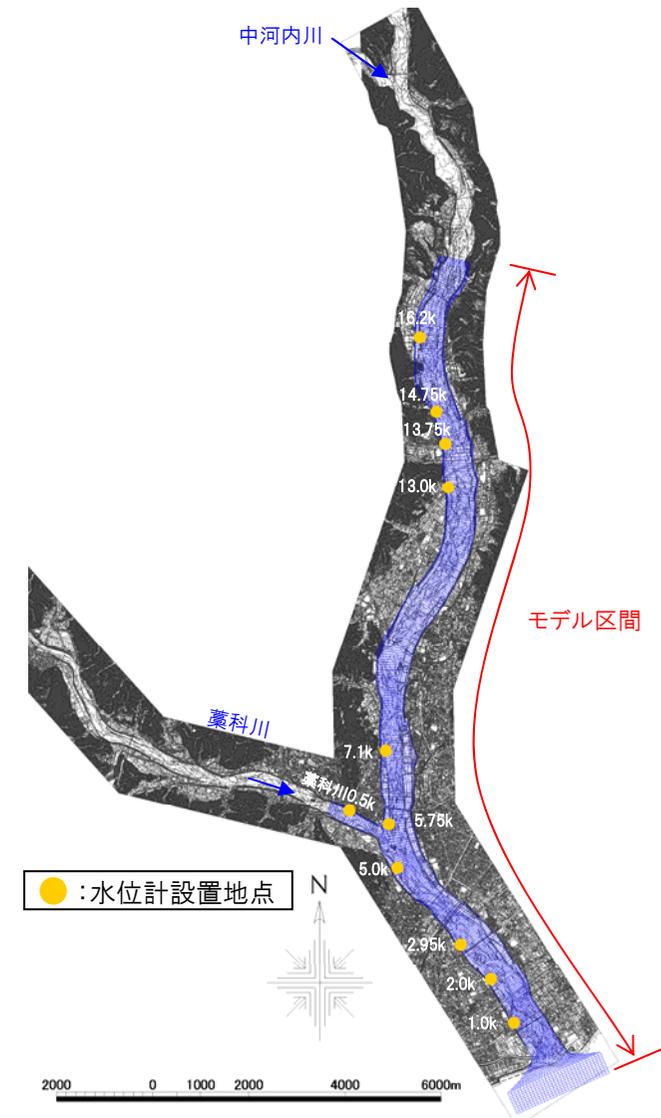
- ・ 水位計観測結果をもとに、上下流端の境界条件を水位－水位境界とした再現検証を行った。再現検証では、台風6号、台風12号、及び台風15号の3洪水を対象とした。

再現検証(平面二次元河床変動計算)の計算条件

条件項目	条件	
計算手法	水位・流速計算:平面二次元不定流計算 河床変動計算 :平面二次元河床変動計算(混合粒径)	
計算ステップ	Δt=0.1 秒	
掃流砂量式	縦断方向:芦田・道上式、横断方向:長谷川の式	
浮遊砂量式	浮遊砂濃度:移流・拡散方程式、基準面濃度:Lane-kalinske 式	
限界掃流力	エギアザロフ式(芦田・道上による修正式)	
対象区間	河口沖(水深 10m 付近)～16.2k(水位計設置上流端) 16.2～18.0k は助走区間	
対象流量規模	平成 23 年 7～9 月出水を対象	
初期河床	河道	:平成 23 年 4 月レーザプロファイラ測量
	河口テラス	:平成 21 年 3 月河口深淺測量
下流端条件	出発位置	河口沖(水深 10m 付近)
	出発水位	清水港実績潮位
上流端条件	安倍川	安倍川 16.2k 水位計観測値
	藁科川	藁科川 0.5k 水位計観測値
供給土砂量	上流端	:安倍川上流端断面(16.2k)の計算による掃流力に基づく平衡給砂量
	支川(藁科川)	:藁科川上流端断面(0.5k)の計算による掃流力に基づく平衡給砂量
粗度係数	低水路	痕跡水位(H23.9 台風 15 号)を再現するよう設定した粗度係数 0.032(0.0k～5.5k)、0.031(5.5k～8.0k)、0.033(8.0k～13.5k)、0.030(13.5k～18.0k)
	高水敷	植生図(平成 16 年度調査)、航空写真(平成 23 年 4 月調査)より設定
粒度組成	河道部:平成 20 年度河床材料調査結果(手引き案に基づく調査) ^{※1} 河口テラス:平成 17 年度 底質調査(汀線付近)	
空隙率	0.35	
樹木群	植生図(平成 16 年度調査)、航空写真(平成 20 年 2 月調査)より設定	
混合層厚	0.05(計算の安定性を考慮して設定)	
斜面崩壊	安息角 35° として崩落を考慮	
水制工による形状抵抗係数	抗力係数 C_D	= 4.0 ^{※2}
	揚力係数 C_L	= 0.1 ^{※2}

※1) 流砂系における土砂移動実態の研究調査・解析の手引き(案) 平成12年7月 建設省土木研究所砂防研究室

※2) 福岡捷二・西村達也:越流型水制工の設計法の研究, 土木学会論文集, No.593, 1998.5



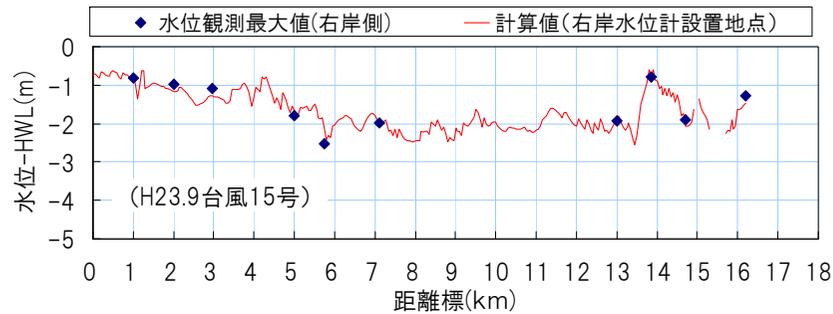
平面二次元河床変動計算のモデル区間(0.0～18.0k)

3.2 平面二次元河床変動計算による再現検証

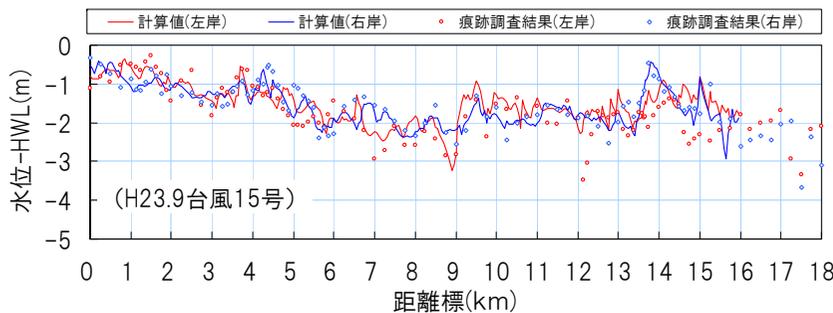
3. 平成23年出水の再現検証

□ 平面二次元河床変動計算による長期再現検証結果

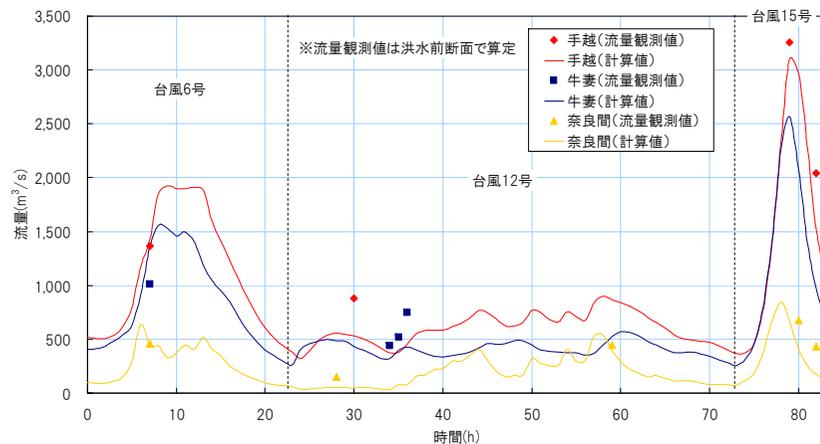
- ・ 水位計による最大水位の縦断、及び時系列的な水位の縦断形を概ね再現。
- ・ 痕跡水位による左右岸水位差の傾向を概ね再現。



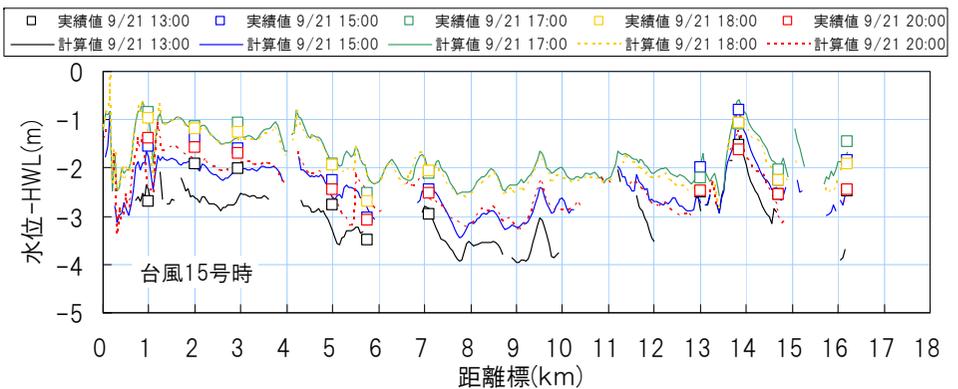
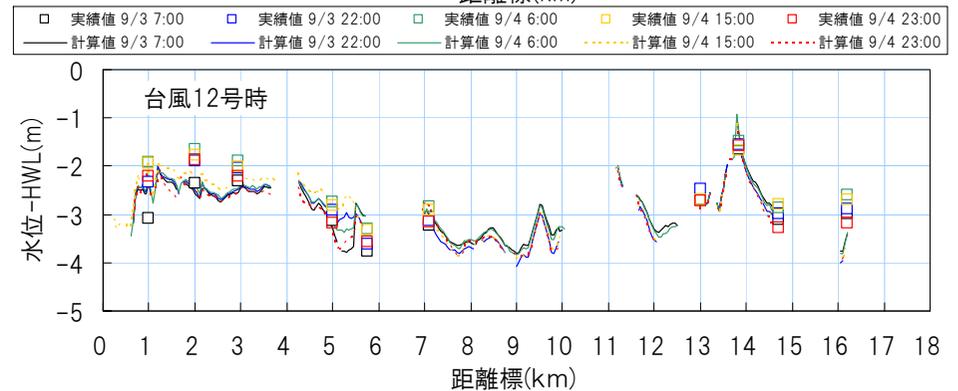
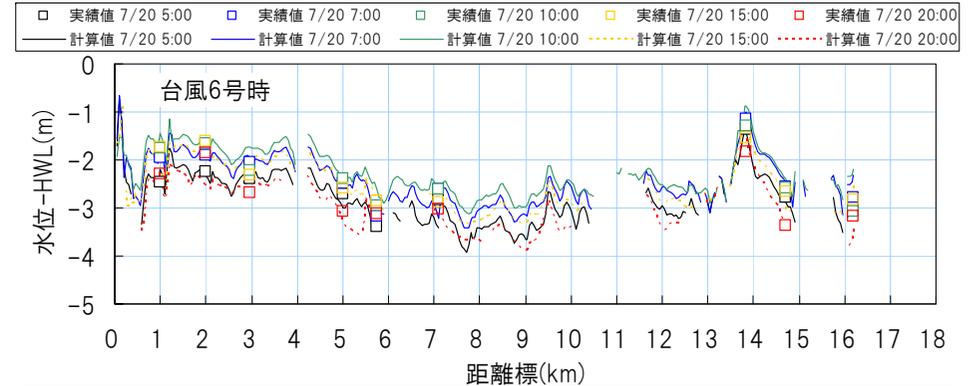
水位計と計算による最大水位の比較



痕跡水位再現と計算水位の比較



観測所地点 流量ハイドログラフ(H23.7~9)

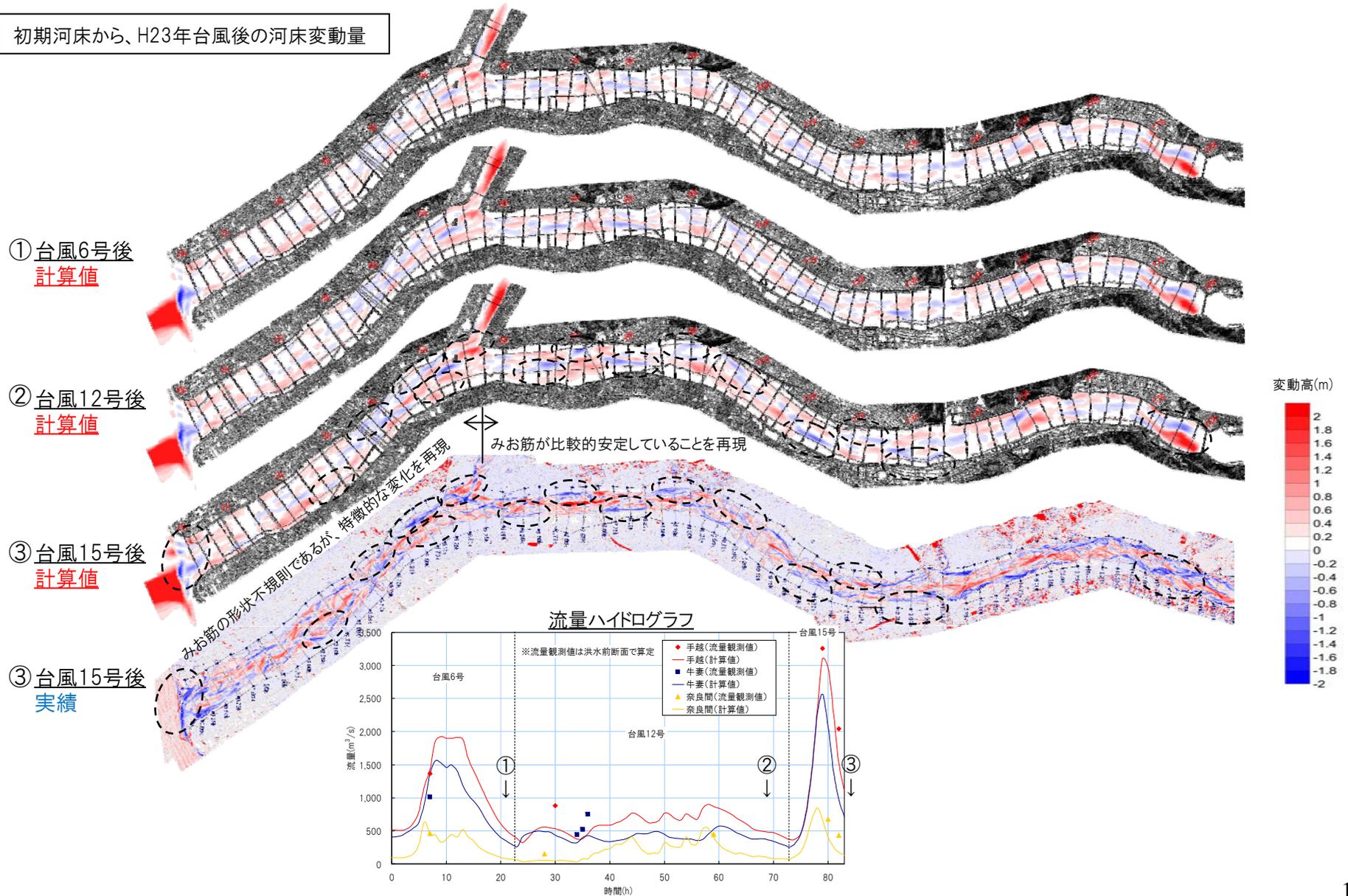


水位計設置地点の水位再現(時系列縦断図)

□ 平面二次元河床変動計算による再現検証結果

- ・ 藁科川合流点上流では、河道線形によりみお筋が比較的安定しており、実績との河床変動状況を概ね再現。
- ・ 藁科川合流点下流では、みお筋の形状が不規則となるが、その中でも特徴的な地形は概ね再現。

初期河床から、H23年台風後の河床変動量

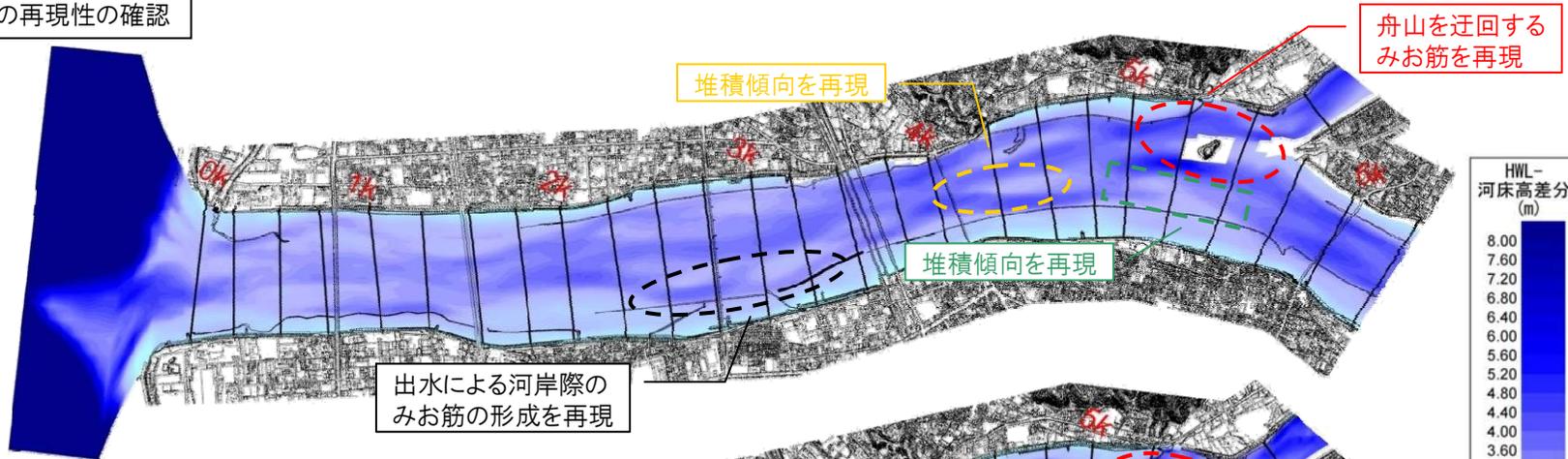


□ 平面二次元河床変動計算による再現検証結果

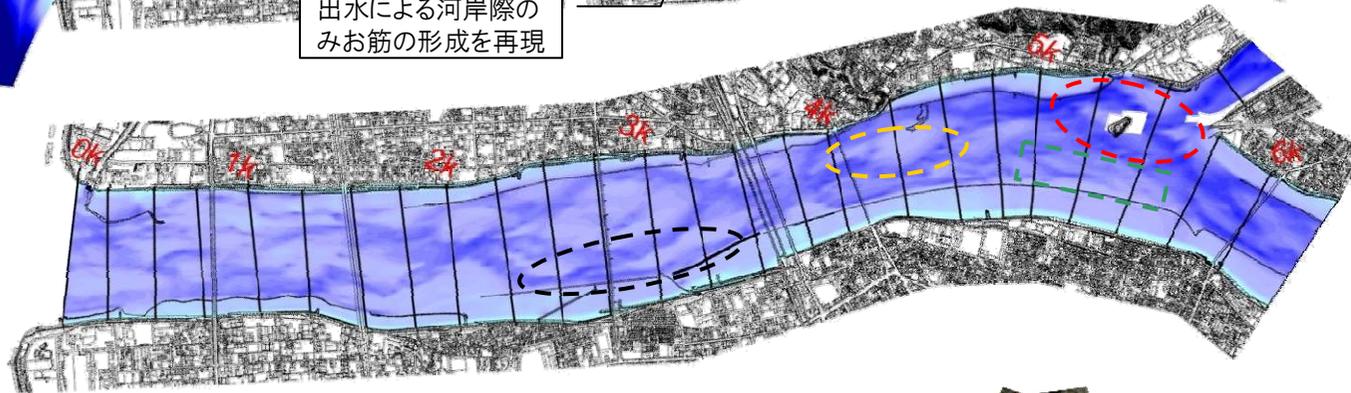
- ・ 藁科川合流点下流では、みお筋の形状が不規則となるが、その中でも特徴的な地形は概ね再現。

河床変動状況の再現性の確認

台風15号後
計算値



台風15号後
実績



台風15号後
平成24年1月撮影





4. 安倍川 現状の土砂収支

4. 安倍川 現状の土砂収支

□一次元河床変動計算による33年間(S54~H23)の土砂収支

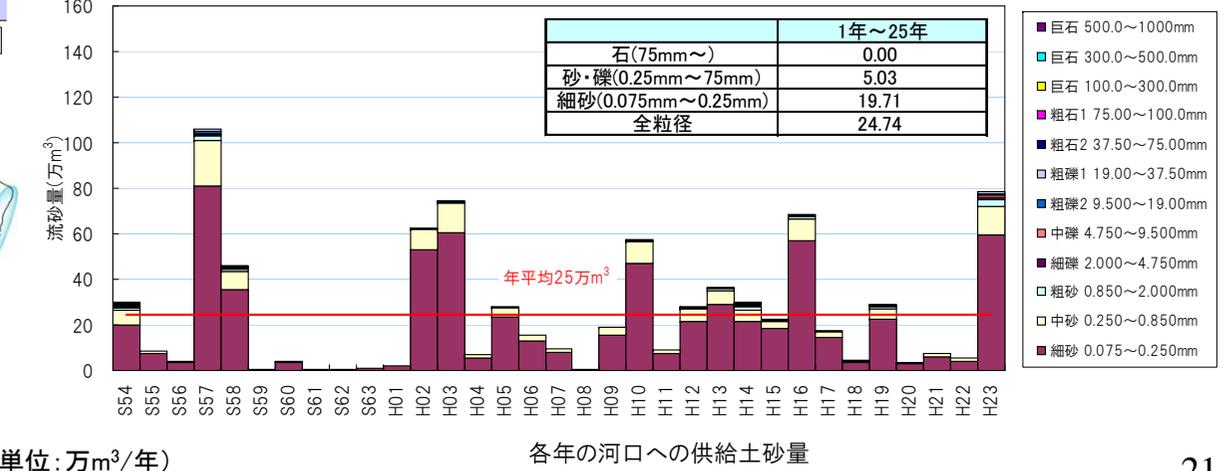
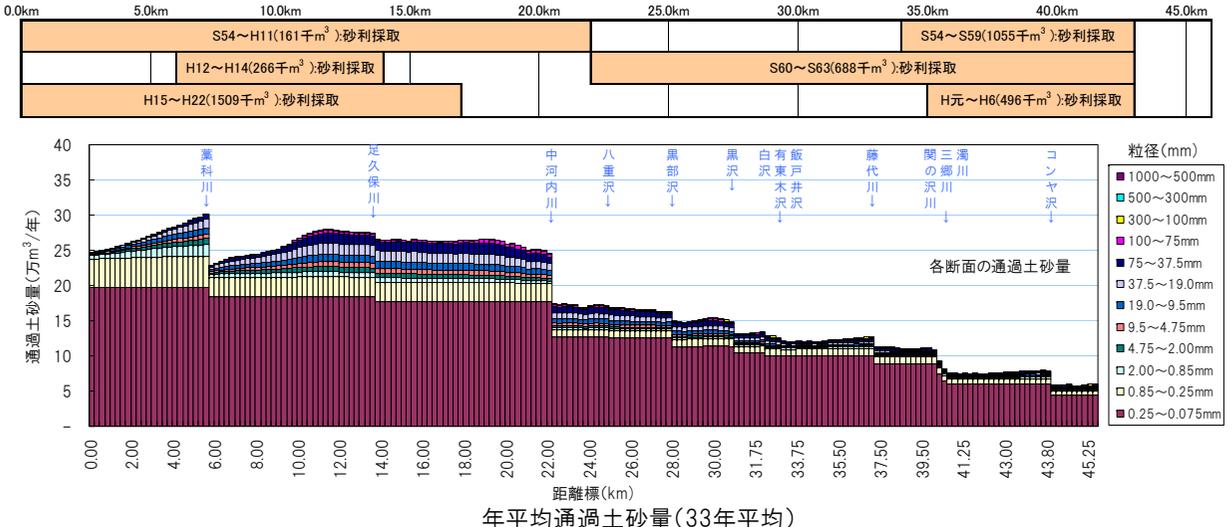
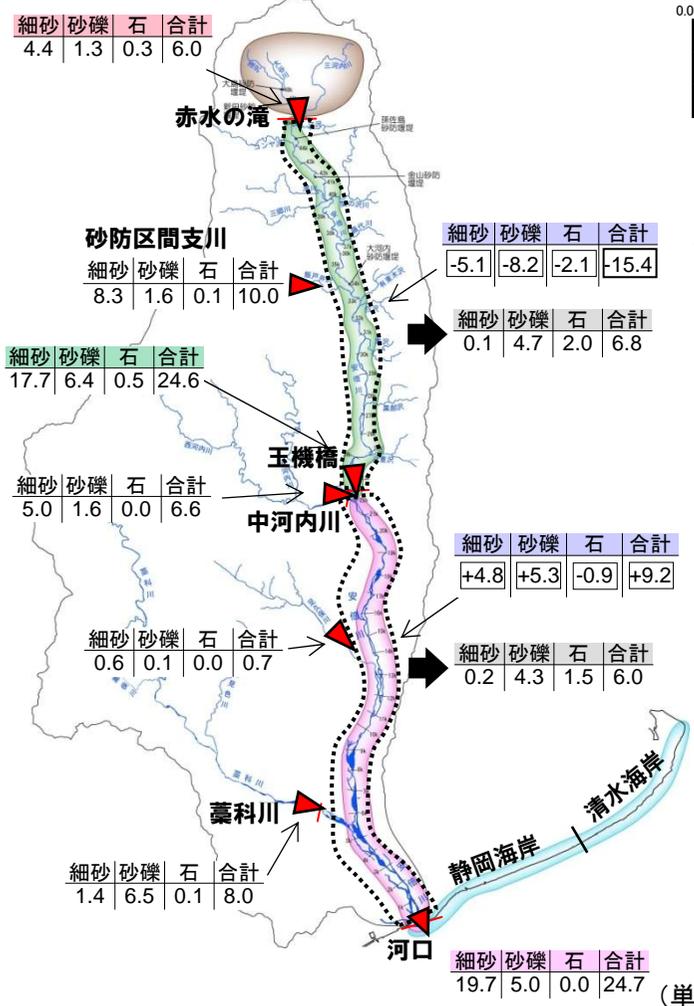
・ 再現期間(S57~H23)における河口への供給土砂量は、細砂以上の粒径において年平均25万m³程度となった。

凡例 空隙率λ=0.35を含む

- ▼ : 通過土砂量
- : 土砂収支(+は堆積、-は洗掘)
- ➡ : 河道掘削量

一次元河床変動計算の条件

- 河道条件 : 0.0~40.0kはS51.3河道、40.0~45.5kはS60.3河道
- 流量条件 : S54~H23 (33年間)
- S54~H23の実績の砂利採取量を考慮
- 土砂収支図の表示 : 33年間の再現検証結果の平均値



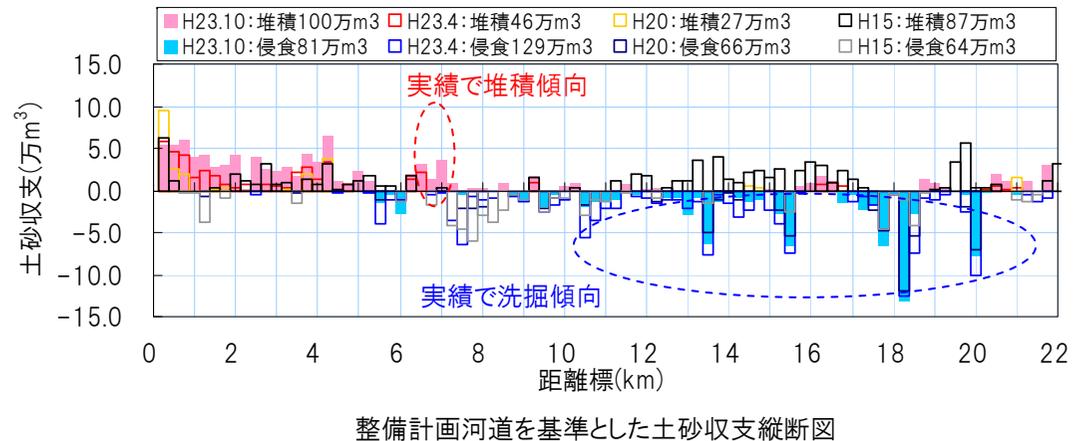
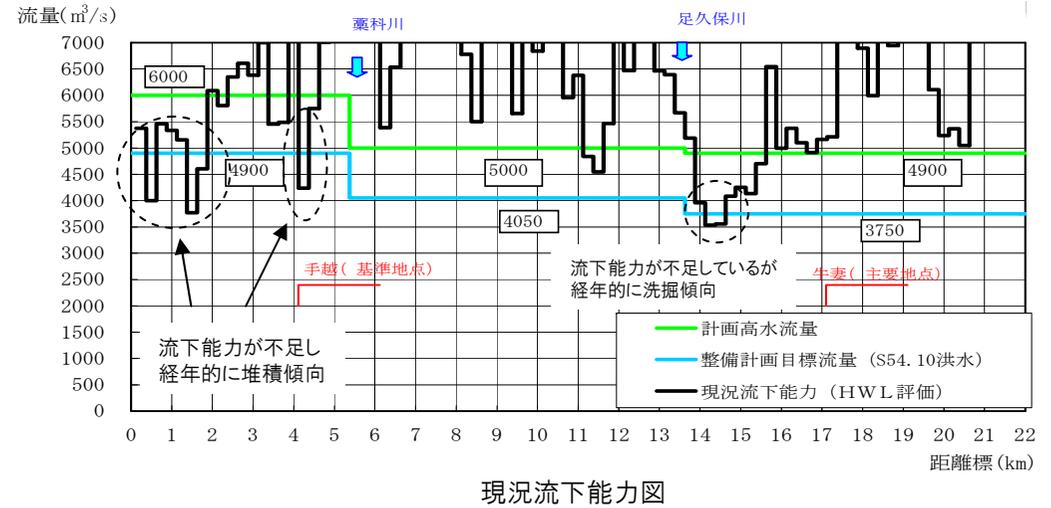
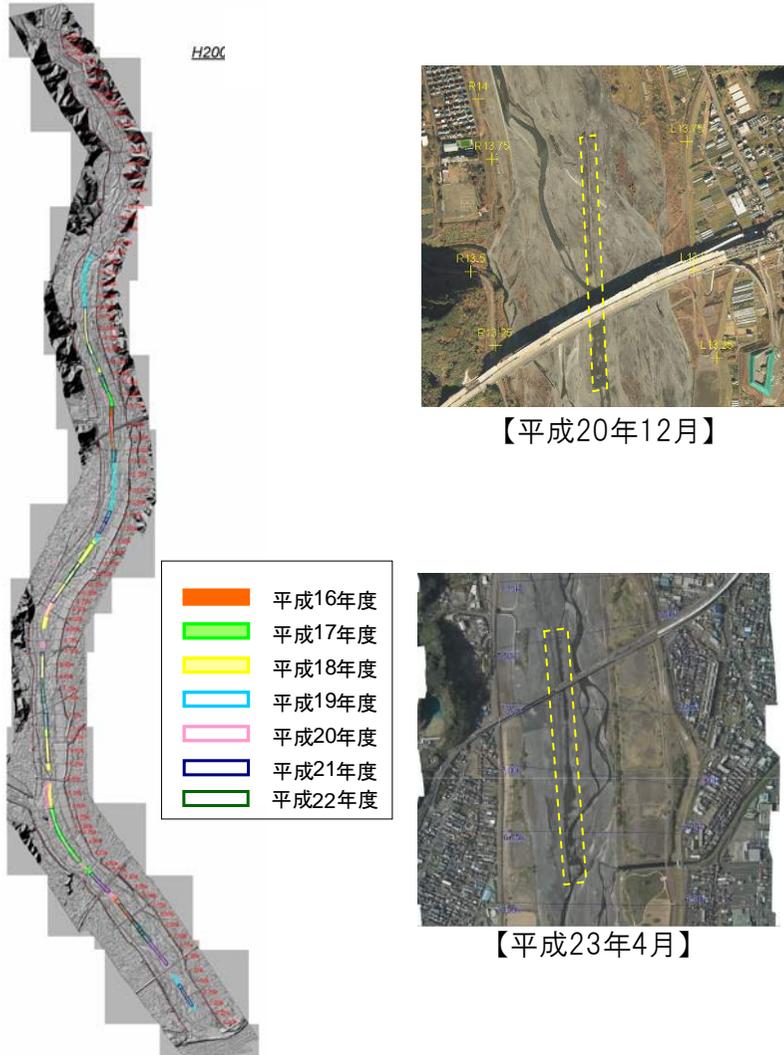
An aerial photograph of a city and its surrounding landscape. The city is densely packed with buildings and infrastructure, situated along a river system. The river flows through the city, with several channels and a large reservoir or lake area. In the background, there are mountains, some of which are covered in snow. The overall scene is a mix of urban development and natural terrain.

5. 土砂収支の将来予測

5. 土砂収支の将来予測

口中・下流河川領域における河道掘削の検討（H24の方向性）

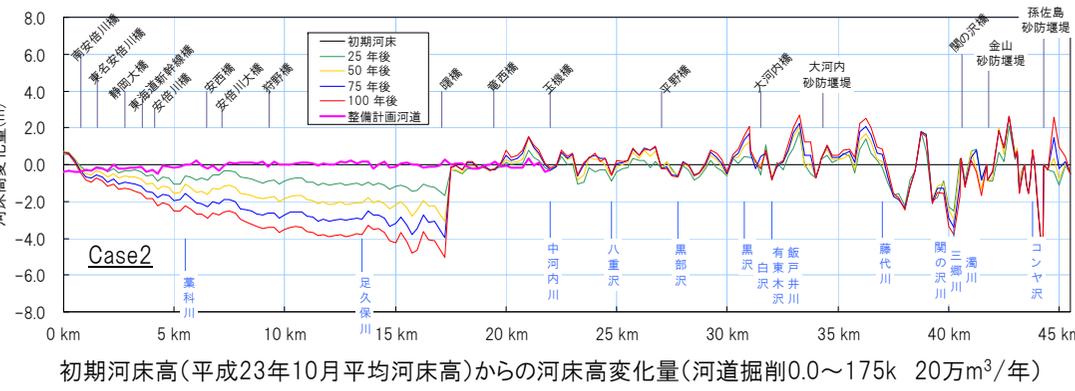
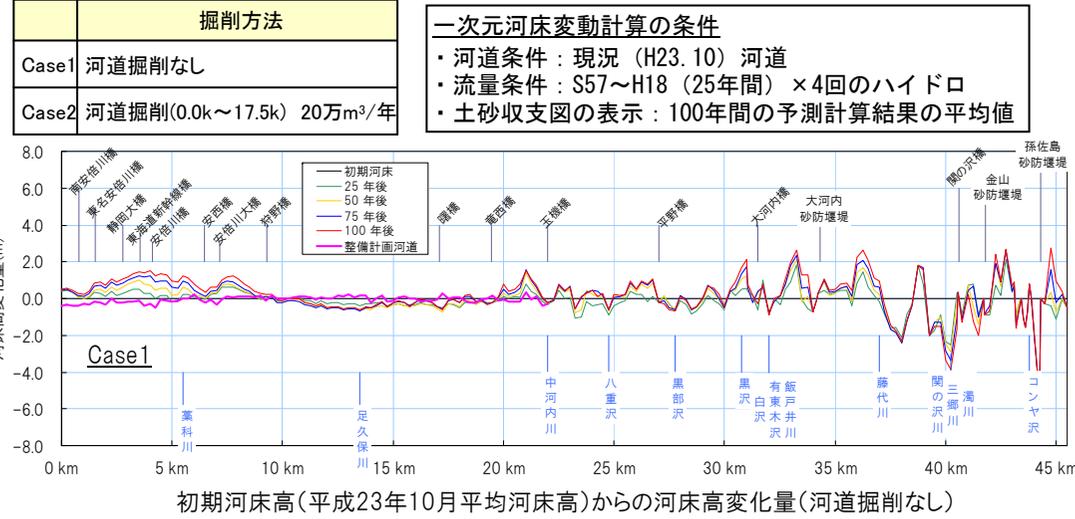
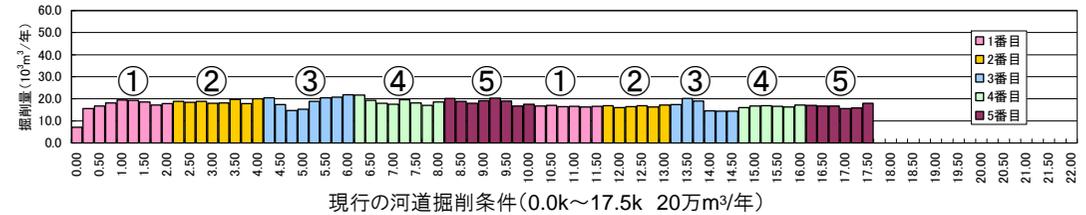
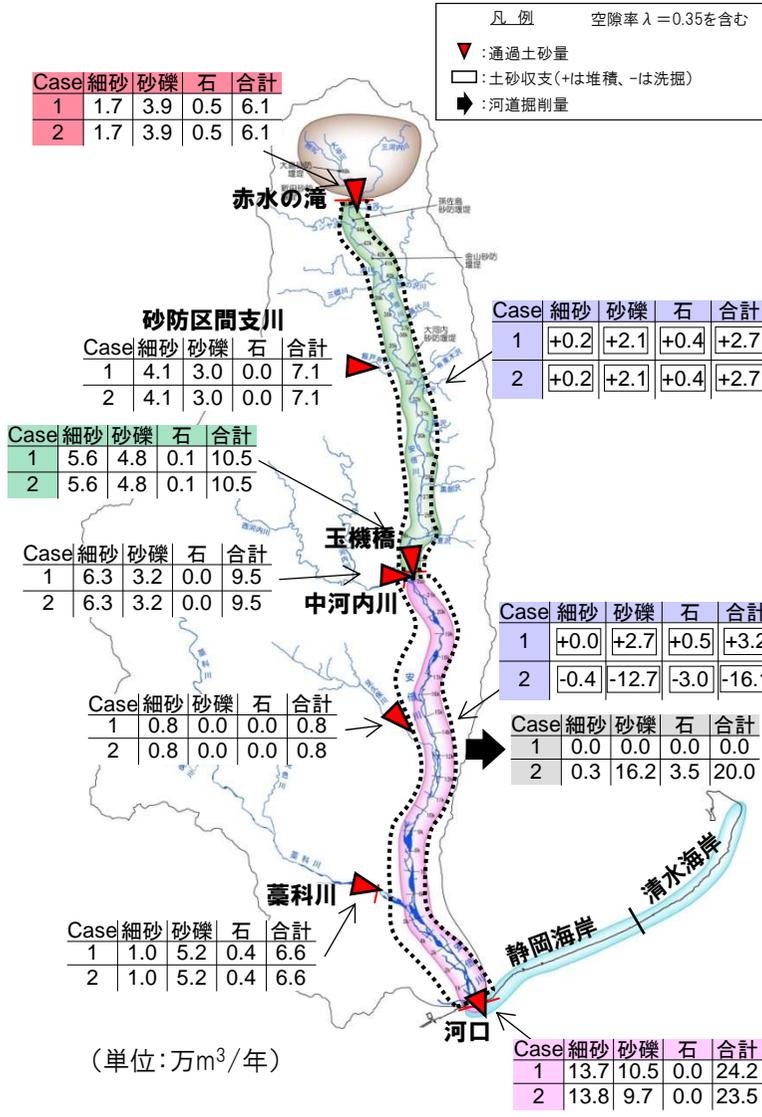
- ・ 洪水に対する安全性の確保(流下能力の確保)、海岸への供給土砂量への影響を考慮し、現在20万m³/年の河道掘削を実施している。
- ・ 平常時及び大規模出水時の河床変動状況、一次元河床変動計算による土砂収支予測及び平面二次元河床変動計算による平面的な流況・河床変動解析により、最適な掘削箇所、掘削量を検討する。



5. 土砂収支の将来予測

□一次元河床変動計算による100年間(S57~H18の25年間×4=100年)の予測計算

- ・ 継続的な河道掘削により、主に砂礫分の河口への供給土砂量が変化し、細砂分は大きく変化しない。
- ・ 現行の河道掘削の条件(掘削量20万m³/年)による河口への供給土砂量は、細砂以上の粒径で年平均23万m³となるが、海岸の保全(静岡海岸の必要な砂浜幅の確保)の観点からは、質的(粒径)の影響を考慮した詳細な検討を要する。



5. 土砂収支の将来予測

100年間の予測計算時の平均河床高縦断面図

