

# 天竜川流砂系総合土砂管理計画検討委員会 【第4回上流部会】 資料

---

平成31年3月7日

中部地方整備局 天竜川上流河川事務所

# 《 審議事項 》

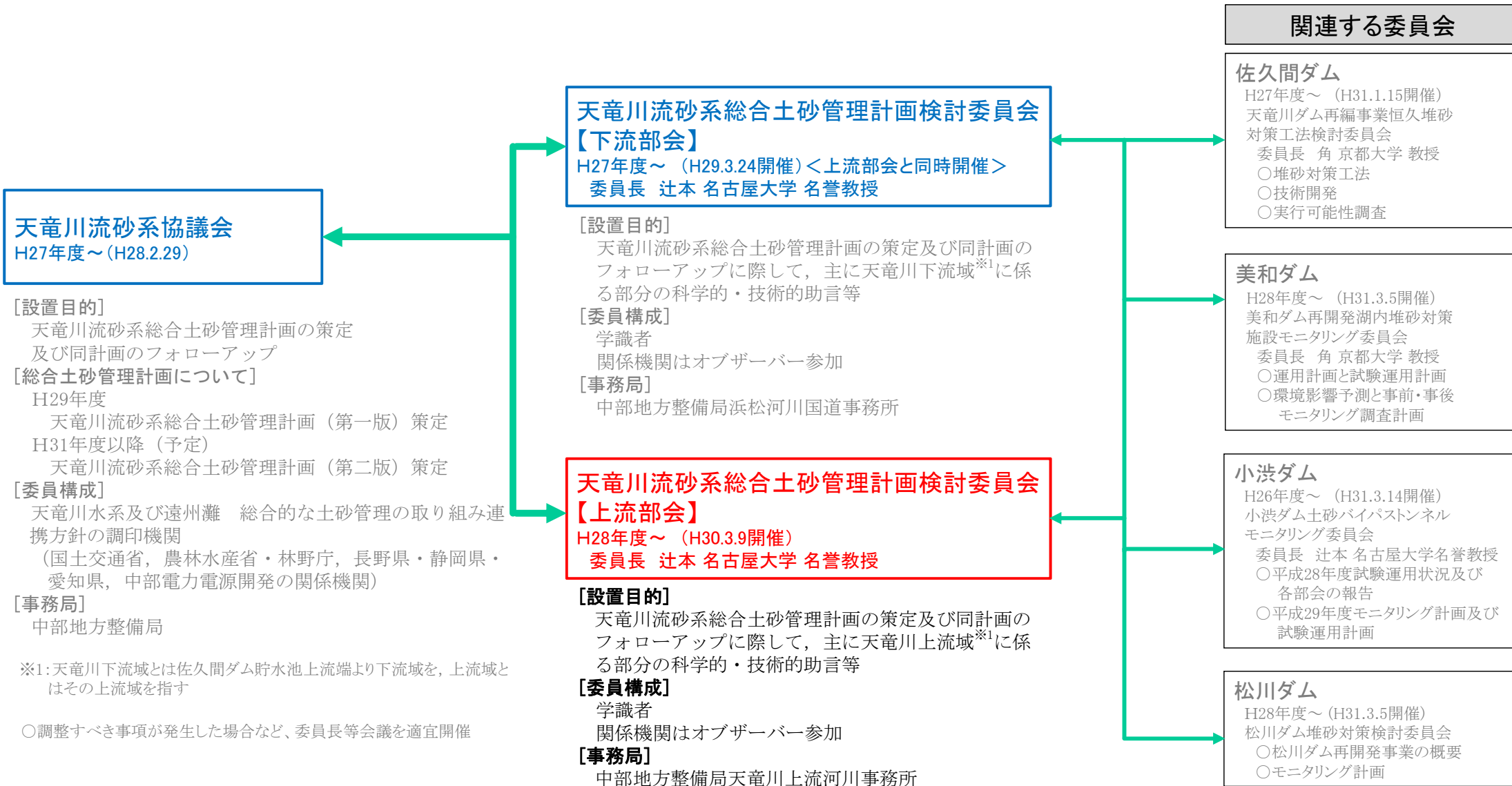
1. 天竜川流砂系総合土砂管理計画の策定に向けた取り組み及び進め方	1
2. 総合土砂管理計画策定に向けた検討	7
① 土砂収支の把握	8
(1)土砂動態モデルの概要	10
(2)外力条件	11
(3)土砂動態モデルの変更に伴う土砂収支の変化	13
(4)現状の土砂収支	14
② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標	20
(1)現状と課題を踏まえた目指す姿の考え方	22
(2)目指す姿	23
(3)土砂管理目標	24
(4)土砂管理指標・計画対象期間	25
(5)代表地点	26
③ 土砂管理対策	27
(1)各領域の土砂管理対策の内容	29
(2)土砂管理対策の評価	30
(3)洪水防止のための対策案	31
(4)土砂バイパス運用による効果・影響	33
(5)留意点	34
④ モニタリング計画	35
(1)モニタリングの目的    (2) モニタリング項目	36
(3)モニタリング計画	37
(4)モニタリング結果の活用	42

# 1. 天竜川流砂系総合土砂管理計画の 策定に向けた取り組み及び進め方

# 1. 天竜川流砂系総合土砂管理計画の策定に向けた取り組み及び進め方

## (1)関係委員会

- ◆ 天竜川流砂系総合土砂管理計画策定に向け、天竜川流砂系協議会と総合土砂管理計画検討委員会下流部会・上流部会を設置。
- ◆ 協議会は、総合土砂管理計画の策定及び同計画のフォローアップを実施。
- ◆ 検討委員会下流部会・上流部会は、総合土砂管理計画の策定及び同計画のフォローアップに際して、科学的・技術的助言等を行う。



# 1. 天竜川流砂系総合土砂管理計画の策定に向けた取り組み及び進め方

## ■天竜川流砂系総合土砂管理計画に関する委員会の経過とスケジュール(案)

年度	天竜川流砂系協議会	天竜川流砂系総合土砂管理計画検討委員会	
		【下流部会】	【上流部会】
H27	第1回 (H28 2/29) ● 流砂系協議会 規約 (案) について ● 流砂系協議会の進め方 ● 土砂管理に関する取り組みの現状報告	第1回 (H28 3/9) ● 規約 (案) の確認 ● 策定に向けた枠組み及び進め方 ● 検討プロセスと目次 (案) ● 既往検討を踏まえた整理と目指すべき姿 (案)	
H28		第2回 (H28 11/18) ● 土砂管理の目標と指標 ● 対策やモニタリングの立案にあたっての留意点 第3回 (H29 3/24) ● 土砂管理対策 ● モニタリング計画 ● 土砂管理の連携方針 ● 実施工程 ● 総合土砂管理計画 (案)	第1回 (H28 12/9) ● 規約 (案) の確認 ● 策定に向けた枠組み及び進め方 ● 検討プロセスと目次 (案) ● 各領域の現状と課題の概観 ● 流砂系を構成する粒径集団 第2回 (H29 3/24) (第3回下流部会と合同開催) ● 総合土砂管理計画 (第一版※1) 策定に向けた検討会
H29	● 総合土砂管理計画 (第一版) ※1策定		第3回 (H30 3/9) ● 流砂系土砂動態の現状・要因分析 ● 流砂系で目指す姿 (案) ● 土砂管理の目標と指標の方向性
H30			第4回 (H31 3/7) ● 土砂収支の把握 ● 流砂系として目指す姿・土砂管理目標・土砂管理指標 ● 土砂管理対策 ● モニタリング計画
H31~	第2回 (予定) ● 総合土砂管理計画 (第二版) ※2策定予定 (以降 適宜開催) モニタリング調査の節目や顕著なイベントが生じた場合等	下流部会、上流部会、上下流合同開催を適時実施予定 ● 第二版策定※2に向けて (以降 適宜開催) ● モニタリング調査の実施状況の確認 ● 計画へのフィードバック	

※1 第一版 : 「土砂管理目標と土砂管理指標」「土砂管理対策」「モニタリング計画」については下流域を主体に策定

※2 第二版 : 上流域を含めた流砂系全体を対象に策定

◆天竜川上流域の検討項目は、「天竜川流砂系総合土砂管理計画 第一版(平成30年3月策定)」と同じ目次構成で検討している。

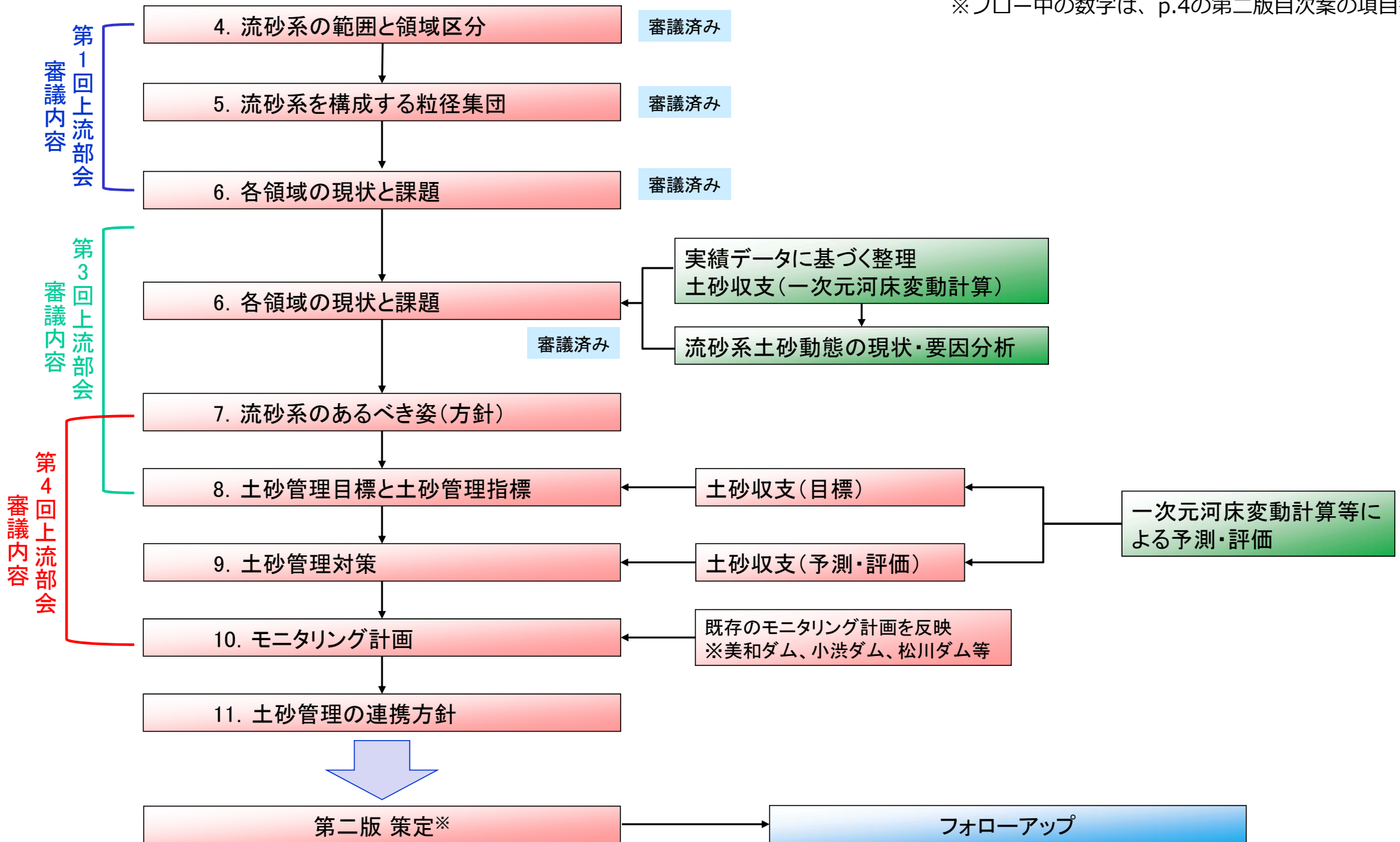
■天竜川流砂系総合土砂管理計画【第二版】に向けた上流域の検討項目

1. はじめに
2. 流砂系の概要
3. 本管理計画の前提条件
4. 流砂系の範囲と領域区分
5. 流砂系を構成する粒径集団
6. 各領域の現状と課題
  - 6.1 流砂系の現状
  - 6.2 各領域の流砂系の変遷
  - 6.3 現在の土砂収支
  - 6.4 各領域の課題
7. 流砂系のあるべき姿(方針)
  - 7.1 総合土砂管理計画の基本原則
  - 7.2 各領域の流砂系としての目指す姿
8. 土砂管理目標と土砂管理指標
  - 8.1 土砂管理目標
  - 8.2 土砂管理指標
  - 8.3 計画対象期間
9. 土砂管理対策
  - 9.1 土砂管理対策
  - 9.2 土砂管理対策を実施した場合の土砂収支
  - 9.3 土砂管理対策の評価
  - 9.4 対策実施に関する留意点
10. モニタリング計画
  - 10.1 モニタリングの目的
  - 10.2 モニタリング項目
  - 10.3 モニタリング計画
  - 10.4 モニタリング結果の活用
11. 土砂管理の連携方針
  - 11.1 連携の必要性(有効性)
  - 11.2 連携が必要となる事業内容
12. 実施工程(ロードマップ)
13. おわりに

赤字: 今回の議題 / 緑字: 第3回議題 / 青字: 第1回議題 (第2回委員会は下流部会と合同開催したが、上流部会に関する議題は無し)

◆ 天竜川流砂系総合土砂管理計画第二版作成に向けた上流域の検討についての検討プロセスを示す。

※フロー中の数字は、p.4の第二版目次案の項目番号



※下流域も合わせた天竜川流砂系全体の計画

表 第3回委員会(H30.3.9)での主な指摘事項

No.	項目	主な指摘事項	指摘 対応頁	対応方針
①	河床変動モデルについて	境界条件など一次元河床変動モデルの内容、懸念点、課題を整理すること	P10 P11～12	一次元河床変動計算の内容、課題を整理
		支川ダムの堆砂対策モデルと本川のモデルの整合を図ること	P13	ダム管理者と調整し、各ダムの排砂計画の考え方と整合
②	平岡ダムの通過土砂特性	上下流をつなぐ意味でもダム湛水域を通過する土砂の粒径、特性について詳細に示すこと	P13	平岡ダム通過土砂量の通過土砂を、粒径集団より細かい区分でも整理し、粒径集団の中でもどの粒径まで通過しているか確認
③	谷底平野河道領域の課題	流下能力不足箇所についての整備メニューを整理し、そのうえで土砂管理としての対応を考える必要がある	P18	流下能力不足場所について整備メニューの有無を整理 今後堆積が確認され、治水安全度の低下が予測される場合には維持掘削が必要
④	土砂生産・流出領域の土砂管理について	土砂生産・流出領域の課題を整理し、総合土砂管理として何をすべきか整理すること	P22	各領域の課題、総合土砂管理として期待すること、懸念されることを再整理した上で、目指す姿等を再整理
⑤	土砂移動の連続性の確保について	土砂移動の連続性の確保の意味、連続性の時間スケールを整理し、各領域の目指すべき姿を精査すること	P23	土砂移動の連続性の意味や連続性の時間スケールについて整理することで目指す姿を精査する。
⑥	河川環境の保全・回復について	どのような場で、どのような環境を目指すという整理がよい	P23	天竜川の特徴を踏まえて目指す姿を検討する。
⑦	土砂生産・流出領域について	土砂生産・流出領域を取り扱うに際し、年平均だけでなく、偏差をどのように扱うかに留意する必要がある。	P12 P25	現時点では土砂生産・流出領域から河川に流入する土砂量の設定方法について整理する。



## 2. 総合土砂管理計画策定に向けた検討

## ① 土砂収支の把握

（「6.3 現在の土砂収支」に対応）

## ① 土砂収支の把握

### <第3回委員会での指摘事項>

※丸数字はP.6の指摘事項NO

- ◆ ①境界条件など一次元河床変動モデルの内容、懸念点、課題を整理すること
- ◆ ①支川ダムでの堆砂対策モデルと本川のモデルの整合を図ること
- ◆ ②上下流をつなぐ意味でもダム湛水域を通過する土砂の粒径、特性について詳細に示すこと
- ◆ ③流下能力不足箇所についての整備メニューを整理し、そのうえで土砂管理としての対応を考える必要がある

### <指摘を受けての検討内容>

- ◆ 天竜川上流域の土砂動態を把握するための河床変動モデルの構築
- ◆ 美和ダム、小渋ダム、松川ダムの土砂バイパス運用による土砂動態の変化を予測
- ◆ 土砂バイパス運用後の土砂動態の課題を予測

### <検討結果のポイント>

- ◆ 河床変動モデルの構築
  - ✓ 土砂バイパス運用時の三峰川、小渋川、飯田松川と谷底平野河道領域について一次元河床変動モデルを構築
  - ✓ 土砂生産・流出領域（支川）からの流入土砂量は、支川流末の平衡給砂量で設定
  - ✓ 平岡ダムを通過する粒径集団Ⅲは37.5mm以下であることを確認
- ◆ 河床変動モデルを用いた土砂バイパスあり/なしの変化
  - ✓ 土砂バイパス運用により、三峰川、小渋川、飯田松川からの流入土砂量が増加、谷底平野河道領域内（泰阜ダム上流など）に一部堆積するが、ほぼ通過（9割通過）
  - ✓ 土砂バイパスにより小渋川から粒径集団Ⅱ、Ⅲの土砂流出量が増加することから、小渋川合流点の直下流（160kp付近）で河床の低下、河床材料の細粒化などの変化が見られ、河床の攪乱が期待される
- ◆ 今後の懸念事項
  - ✓ 現況流下能力が不足する区間、堆積が進行する区間があり、河川整備計画による水位低下対策とともに、維持掘削が必要

- ◆天竜川上流域を対象に、現状および総合土砂管理実施による効果・影響を評価し、適切な目標、土砂管理対策を決めるため、河床変動計算を用いた検討を実施。
- ◆河床変動計算は、現時点でモデルの妥当性が確認できる谷底平野河道領域・本川ダム領域・支川ダム領域に適用する。
- ◆今後も検証データの蓄積、計算モデルの精度向上、評価範囲の拡大（土砂生産・流出領域モデルの構築）などを行い、適切な総合土砂管理計画に資するものとする。



※支川ダム領域は、通砂施設を有する支川（三峰川、小洪川、飯田松川）をモデル化（赤丸）

＜モデル化領域の選定＞

領域	モデル化	理由
土砂生産・流出領域	×	谷底平野河道・本川ダム領域と同レベルのモデル化は困難
支川ダム領域	○	堆砂対策(排砂)は谷底平野河道・本川ダム領域に影響する検証データが蓄積されており、モデルの妥当性が確認できる
谷底平野河道・本川ダム領域	○	総合土砂管理における主要な領域である検証データが蓄積されており、モデルの妥当性が確認できる

＜谷底平野河道・本川ダム領域のモデルの機能＞

谷底平野河道・本川ダム領域のモデルの機能	内容
領域全体の長期的な土砂収支・河床高・河床材料の変化が把握できること	一次元河床変動計算を適用 計算は定期横断測量200m間隔でモデル化
維持掘削、砂利採取の効果が把握できること	人為的な維持掘削をモデル化(毎年末の1ステップで河床高を変化)

＜支川ダム領域のモデルの機能＞

支川ダム領域のモデルの機能	内容
貯水池、下流河道の長期的な土砂収支・河床高・河床材料の変化が把握できること	一次元河床変動計算を適用
堆砂対策(土砂バイパストンネル)の効果、維持掘削の効果が把握できること	土砂バイパストンネルへの土砂分派をモデル化 人為的な維持掘削をモデル化(毎年末の1ステップで河床高を変化)

＜土砂動態検討の課題＞

課題	今後の方針
土砂バイパスの効果の検証がまだ不十分	モニタリング結果を踏まえ、モデルの検証、必要に応じて見直し
局所的な変動が評価できない	今後評価に必要な場合には平面二次元河床変動モデルも検討

- ◆境界条件（流量条件）として、S54～H23の33年間の実績流量を100年間繰り返して設定。
- ◆伊那富、伊那地点はH18が最大だが、宮ヶ瀬、時又地点はS58が最大であり、三峰川合流点の上下流で最大となる洪水生起年が異なる。

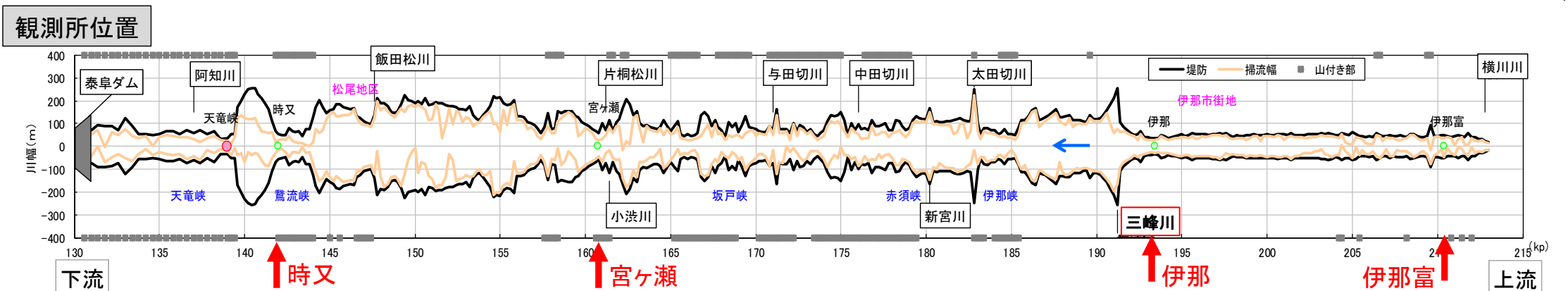
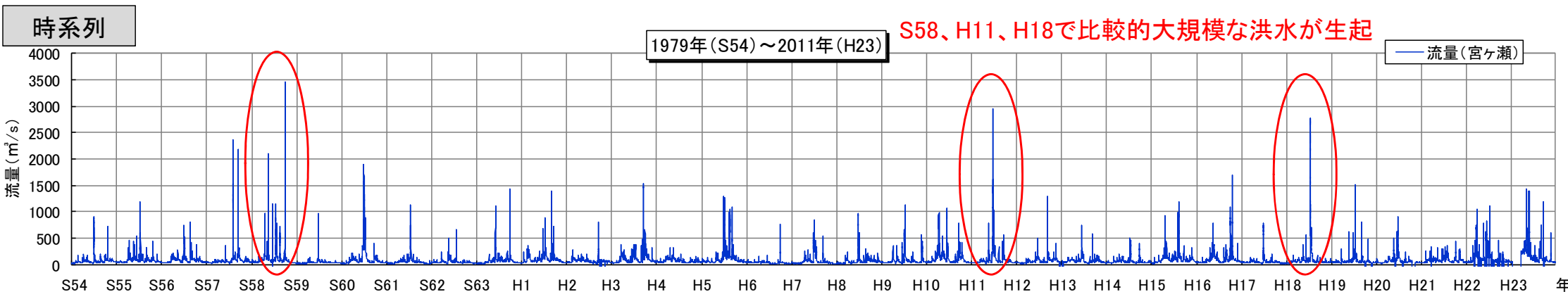
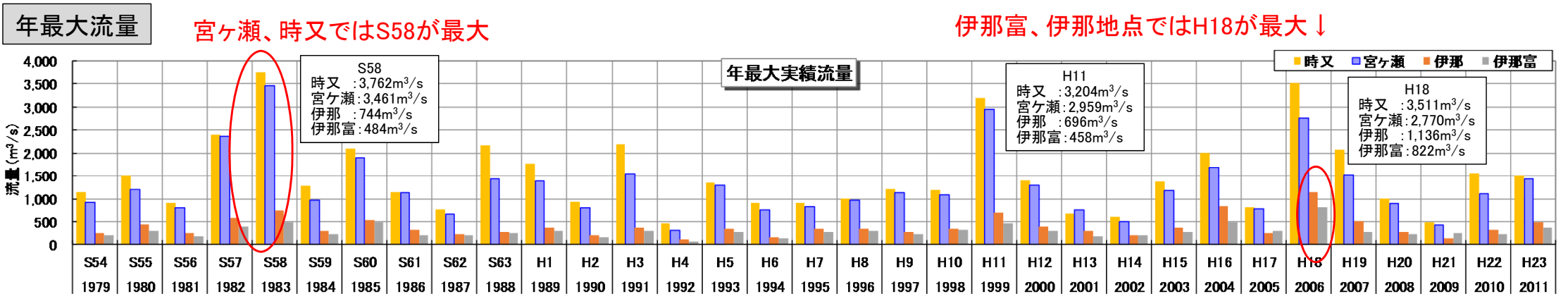
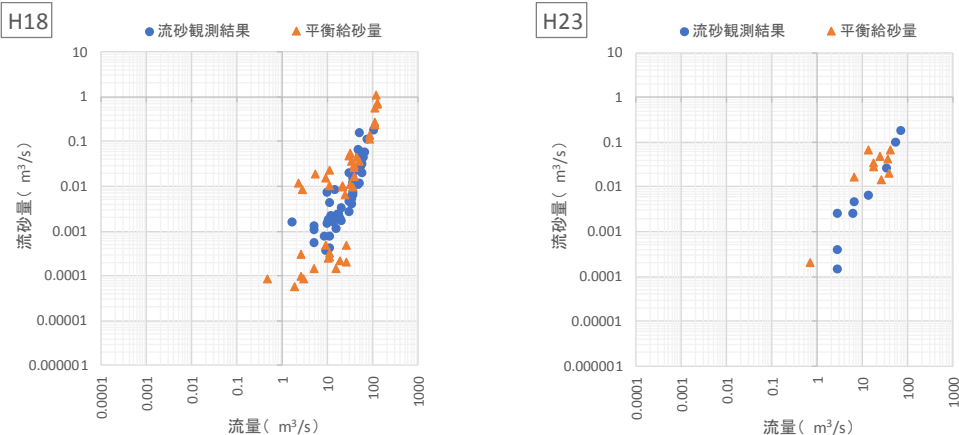


図 計算期間の流量(宮ヶ瀬地点流量;1サイクル分)

- ◆ 与田切川の流砂量観測と平衡給砂量の比較から流量と土砂量の関係は同等である（オーダーの違いがない）ことを確認。
- ◆ モデル化している3支川以外の支川について、集団Ⅲ、Ⅳは支川流末の平衡給砂量より設定、集団Ⅰ、Ⅱは佐久間ダム流入土砂量を各支川の流域面積に応じて設定。
- ◆ 支川土砂量は、流況に応じて幅を持って設定しており、年によって想定している土砂量は大きく異なっている。
- ◆ ただし、現在の支川流域の土砂生産特性や砂防施設等の効果などは考慮できていない。

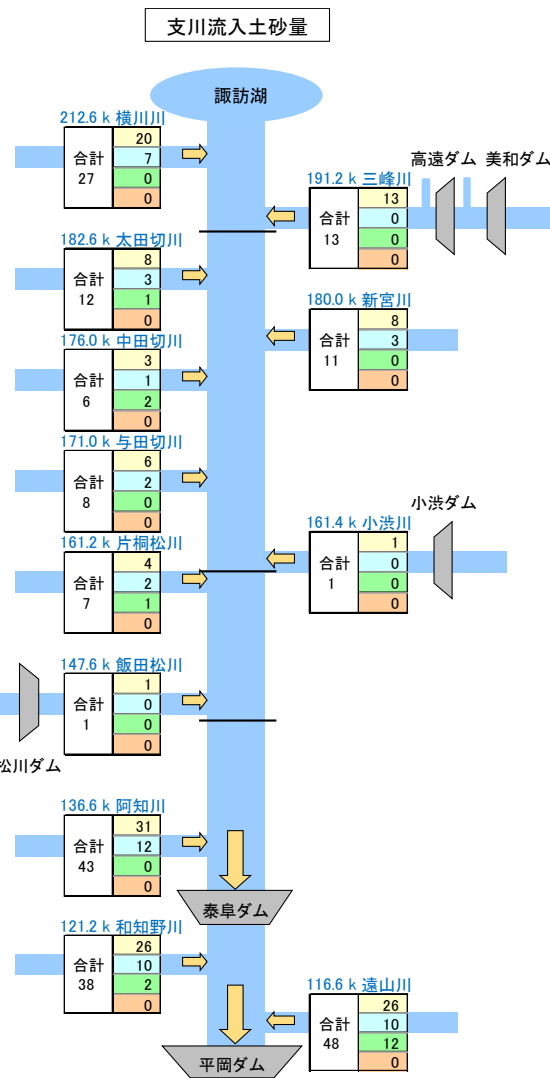
与田切川の実測流砂量と平衡給砂量の流量～土砂量関係は概ね同等



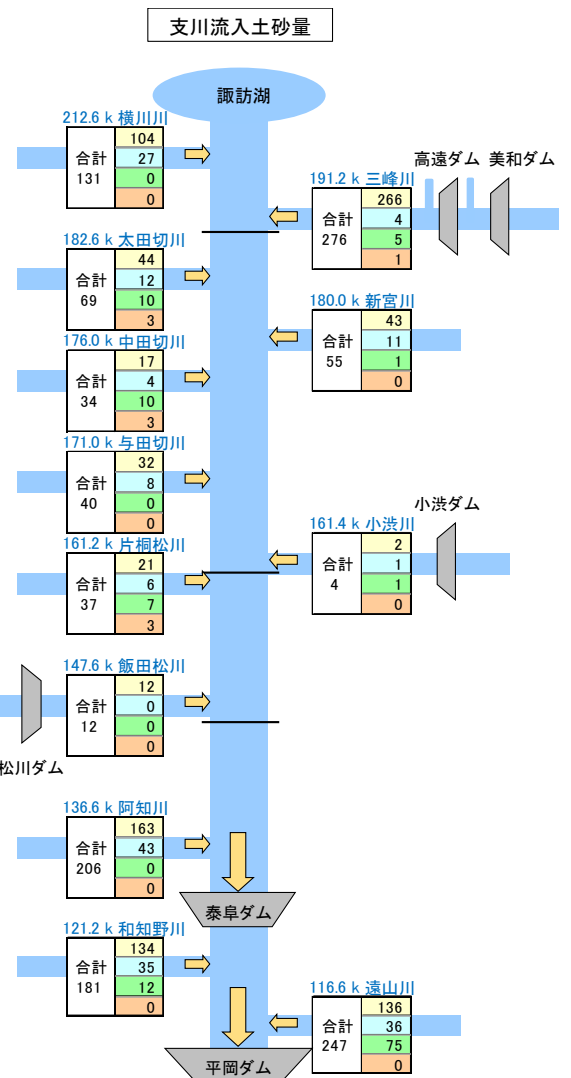
- 支川からの本川流入土砂量は、流域面積、流量、支川流末の形状で規定され、流況によって想定する土砂量は大きく異なる。
- ダムを考慮している三峰川、飯田松川は、年平均と最大の差が大きい。

No	支川	距離標(kp)	土砂量(万m³/年)			平均との比		
			年平均値	最大値	最小値	最大/平均	最小/平均	
1	遠山川	116.6k	48	247	2	5.1	0.0	
2	和知野川	121.2k	38	181	2	4.8	0.1	
3	阿知川	136.6k	43	206	3	4.8	0.1	
4	飯田松川	排砂無	147.6k	1	12	0	12.0	0.0
		排砂有	147.6k	10	63	0	6.3	0.0
5	片桐松川	161.2k	7	37	0	5.3	0.0	
6	小渋川	排砂無	161.4k	1	4	0	4.0	0.0
		排砂有	161.4k	31	138	1	4.5	0.0
7	与田切川	171.0k	8	40	1	5.0	0.1	
8	中田切川	176.0k	6	34	0	5.7	0.0	
9	新宮川	180.0k	11	55	1	5.0	0.1	
10	太田切川	182.6k	12	69	1	5.8	0.1	
11	三峰川	排砂無	191.2k	13	276	0	21.2	0.0
		排砂有	191.2k	20	388	1	19.4	0.1
12	横川川	212.6k	27	131	1	4.9	0.0	

本川への年平均流入土砂量



本川への最大年間流入土砂量\*



\*最大年間流入土砂量は、支川毎に最大となる年を抽出しており、生起年は各支川で異なる

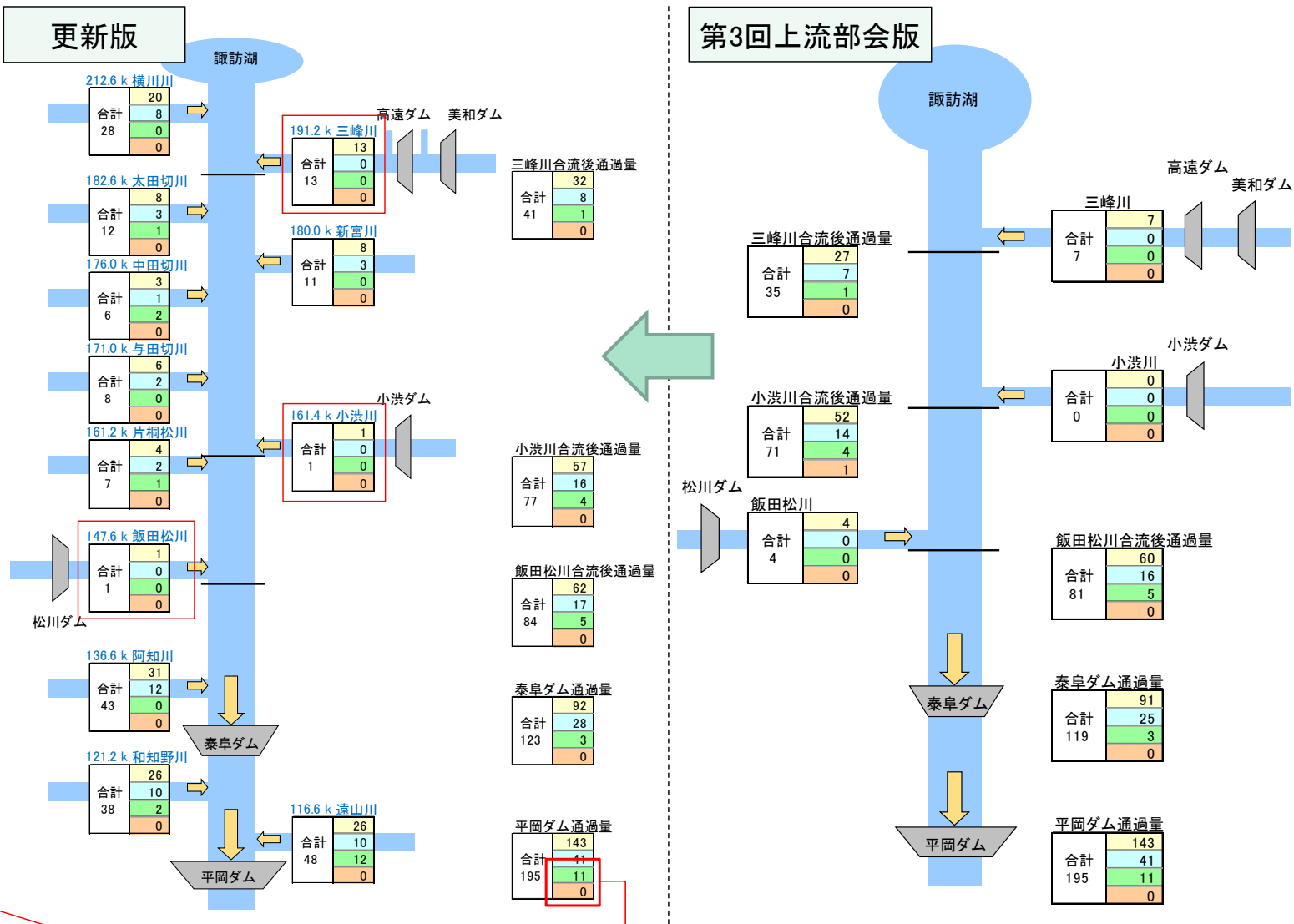
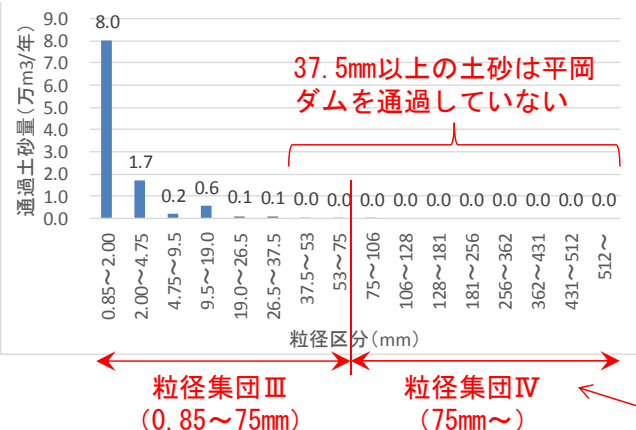
- ◆ 河床変動計算モデルの改良に伴い、土砂収支は前回の委員会（第3回上流部会）から一部変更。
  - ✓ 松川ダムに流入する土砂量の考え方について、松川ダムの計画と整合を図った（ダムへの流入土砂量の計算は松川ダム流入量20m<sup>3</sup>/s以上を対象）
  - ✓ 支川から流入する粒径集団Ⅰ、Ⅱの設定は、モデル化している三峰川、小渋川、飯田松川は各支川の計算結果とし、他支川は、全体で佐久間ダム流入土砂量と整合するよう流域面積比で配分。
- ◆ この結果、三峰川、小渋川、飯田松川からの本川への流入土砂量が変化。
- ◆ 下流端の平岡ダムから37.5mmより大きい粒径はほとんど通過していない。

【主な計算条件(現状)】

計算期間:100年(数値は年平均値)  
 外力 :昭和54年～平成23年の実績  
 流況を33年間繰り返す  
 初期河道:現況河道(H23河道)  
 河道掘削:砂利採取実施(近年の実績ベース)  
 排砂 :考慮しない

赤枠:モデル変更に伴い流出土砂量が変化  
 (三峰川、小渋川、飯田松川)

粒径集団Ⅲ以上の粒径別土砂量計算結果  
 (平岡ダム地点)



※三峰川、小渋川、飯田松川以外の支川からの本川流入土砂量も表記。(変更前も各々計算は実施)

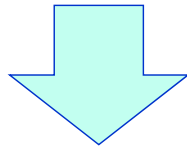
※空隙込み値(空隙率λ=0.50)

## ① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支

◆現状の対策（排砂、砂利採取）を継続した場合の土砂動態を河床変動計算によって予測・分析を行い、土砂動態に関する問題点を抽出する。

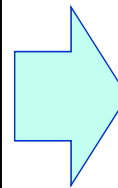
### ■河床変動計算を用いて把握したい項目

- 土砂バイパス運用による影響・効果（治水・利水・環境への効果・影響）
  - ・土砂バイパス運用による堆積など（影響）
  - ・土砂バイパス運用による河床変動促進など（効果）



### ■着目点

- 堆積が懸念される区間と高さ（流下能力や利水施設への影響の把握）
- 河床低下が懸念される区間と高さ（護岸等施設への影響）
- 河床材料の変化が生じる区間と特性（環境への効果/影響）



### ■以降の整理項目

#### <ステップ1>

「土砂BPあり」「土砂BPなし」がそれぞれ100年継続した場合の河床変動計算から、通砂による効果、影響を把握

- ・土砂BPあり/なしの土砂収支の比較
- ・土砂BPあり/なしの河床高の比較
- ・土砂BPあり/なしの河床材料の比較

#### <ステップ2>

「土砂BPあり」に対して、今後必要となる対策、留意点について以下の観点から把握

- ・流下能力

### ※「現状が継続した場合」の土砂収支算定条件

- 計算期間 : 100年（土砂収支の数値は年平均値）
- 外力 : 昭和54年～平成23年の33年間を繰り返した100年間
- 初期河道 : H23現況河道
- 河道掘削 : 砂利採取実施（近年の実績ベース）
- 土砂バイパス運用 : 考慮する（美和ダム・小渋ダム・松川ダム）

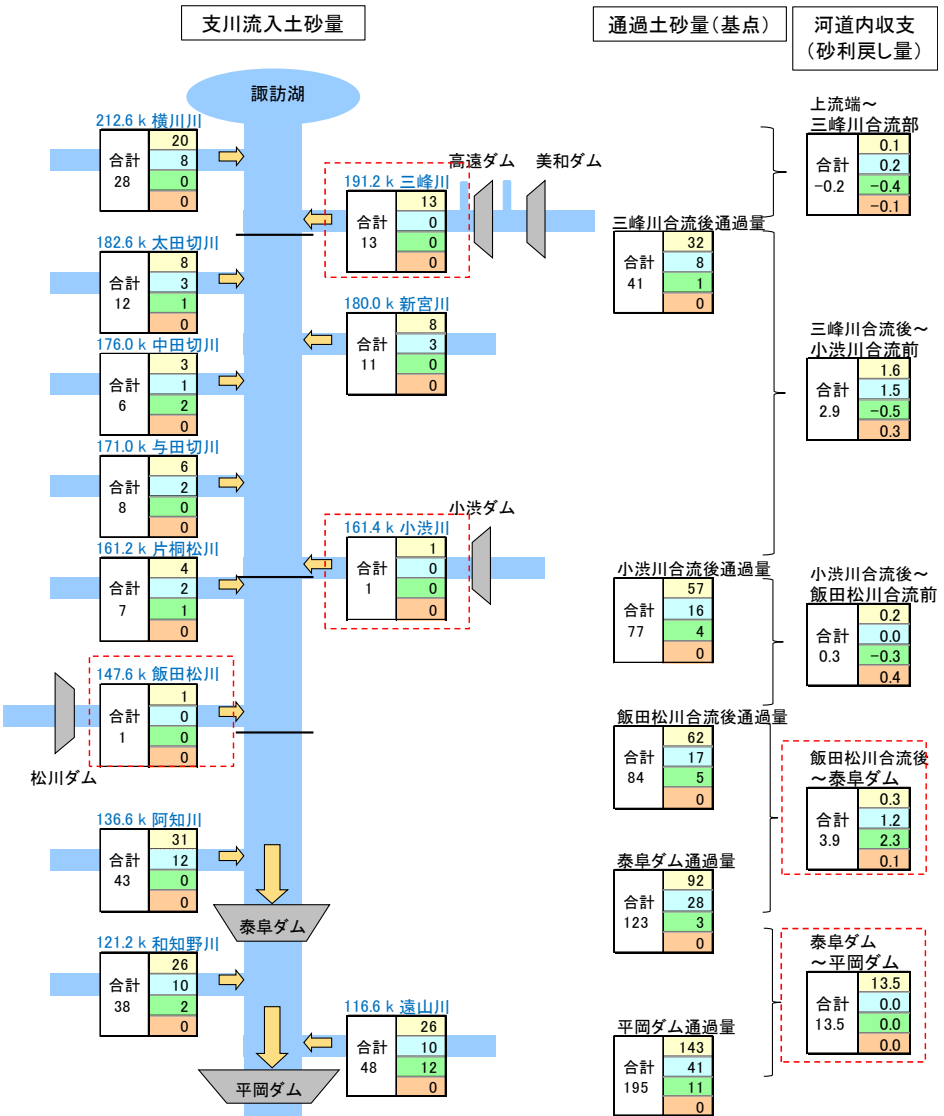
※「土砂BPあり/なし」は「土砂バイパス運用のあり/なし」を示す（次頁以降も同様）



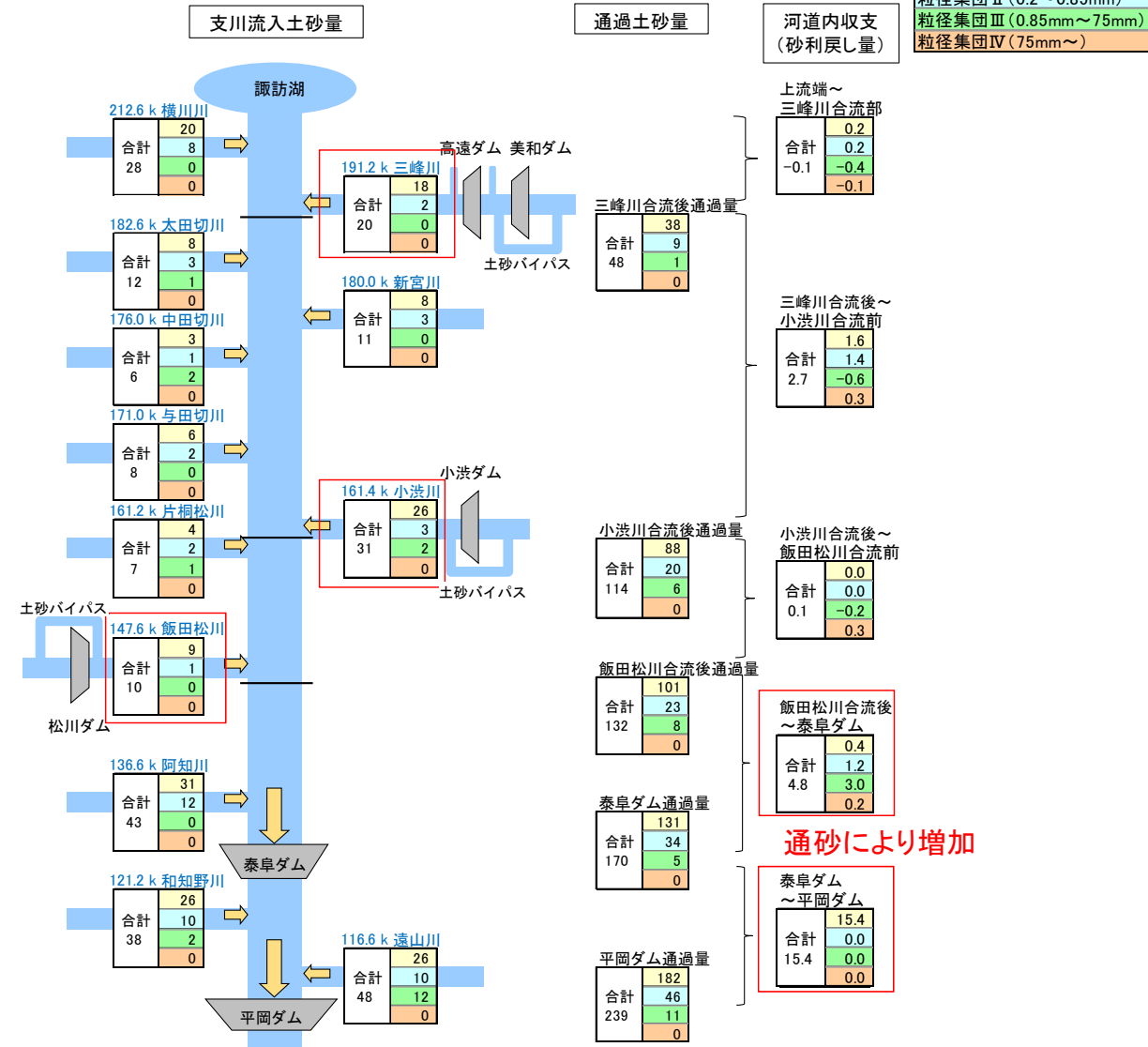
① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支 【ステップ1】 土砂バイパス運用による違い (土砂収支)

- ◆現状 (土砂バイパス・砂利採取あり) の場合、平岡ダム通過土砂量は239万m<sup>3</sup>/年となり、土砂バイパスが無かったこれまでより約44万m<sup>3</sup>/年増加【増加量の内訳 集団I：39万m<sup>3</sup>/年、集団II：5万m<sup>3</sup>/年、集団III、IV：0万m<sup>3</sup>/年】
- ◆小渋川合流部より上流は、河床への堆積量は土砂バイパス運用あり/なしでの変化は見られないが、さらに下流の飯田松川合流部より下流では、土砂バイパスがあるとやや堆砂量が増加することから、土砂バイパスによる影響と推察される。

土砂BPなしの場合



土砂BPありの場合



(単位: 万m<sup>3</sup>/年)

粒径集団 I (~0.2mm)
粒径集団 II (0.2~0.85mm)
粒径集団 III (0.85mm~75mm)
粒径集団 IV (75mm~)

図 現況河道での100年平均土砂収支

※砂利戻し量は、砂利採取分を戻した河道内収支  
 ※河道内収支のみ少数点第1位(千m<sup>3</sup>の単位)まで表記

# ① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支 【ステップ1】 土砂バイパス運用による違い (河床変動高)

◆ 土砂バイパスによる本川への影響は、平岡ダム貯水池～泰阜ダム下流、泰阜ダム直上流、川路龍江地区、太田切川合流部上流～三峰川合流部 (183k～190k) で堆積 (もしくは河床低下の抑制) 傾向が見られる。また、小渋川合流部下流で河床低下 (もしくは堆積抑制) 傾向が見られることから、通砂が河床変動に影響する可能性があり、監視していく必要がある。

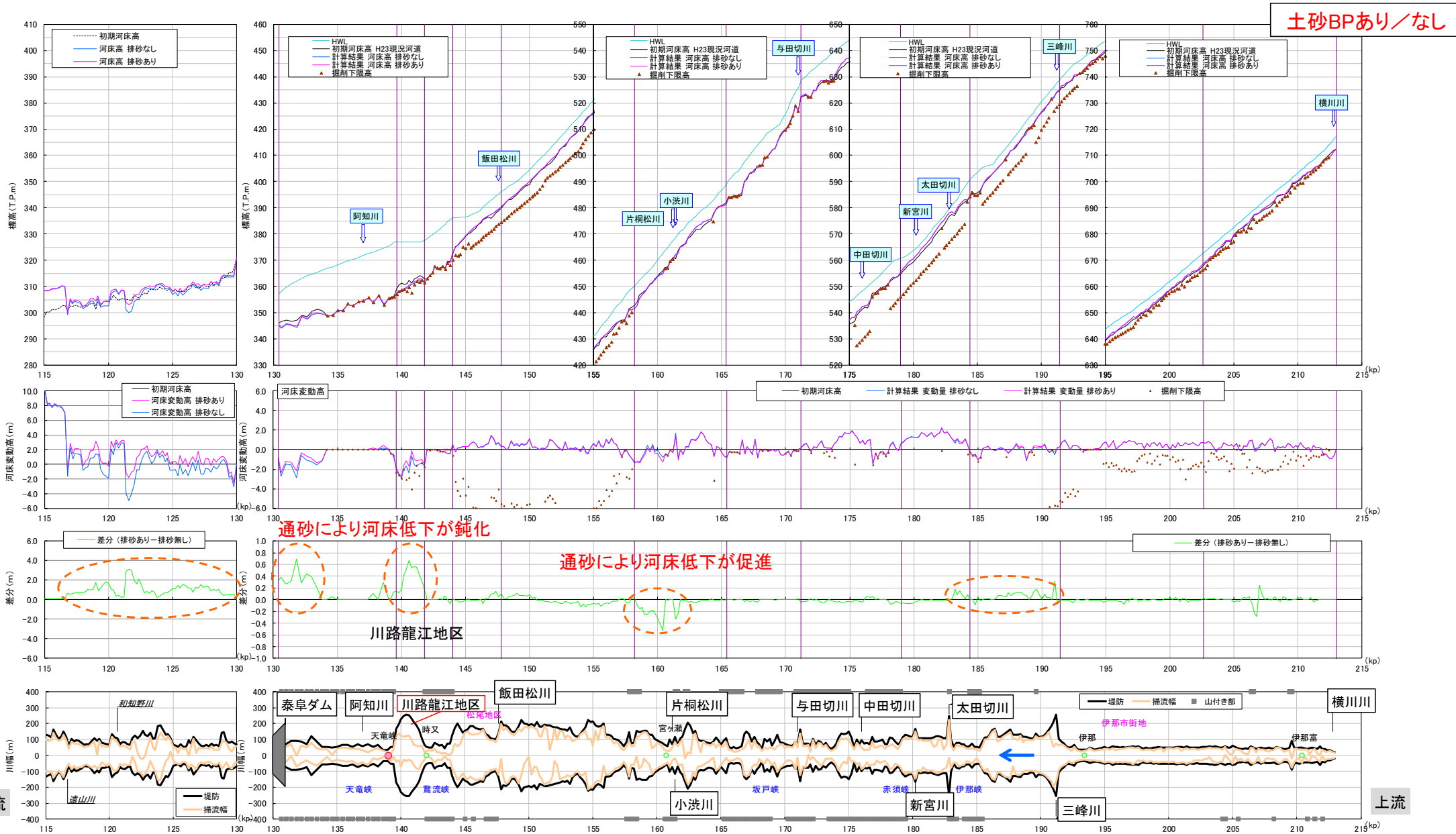


図 100年後の河床高、河床変動高計算結果(現状、土砂バイパス運用のあり/なし比較)

# ① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支 【ステップ1】 土砂バイパス運用による違い (河床材料)

- ◆ 土砂バイパスにより河床に低下傾向が見られる小渋川合流部下流 (155.0kや160.2k) の河床材料の計算結果を精査した。土砂バイパスがあると数mm~数10mm (粒径集団Ⅲ) 河床材料の構成比が大きくなっている。また、平均粒径も10年後以降から数mm程度小さくなっている。
- ◆ 小渋川からの土砂バイパス運用時の土砂 (数mmの砂) によって河床材料の平均粒径がやや小さくなり、粒径集団Ⅳの土砂移動を促進した可能性がある。

粒径加積曲線

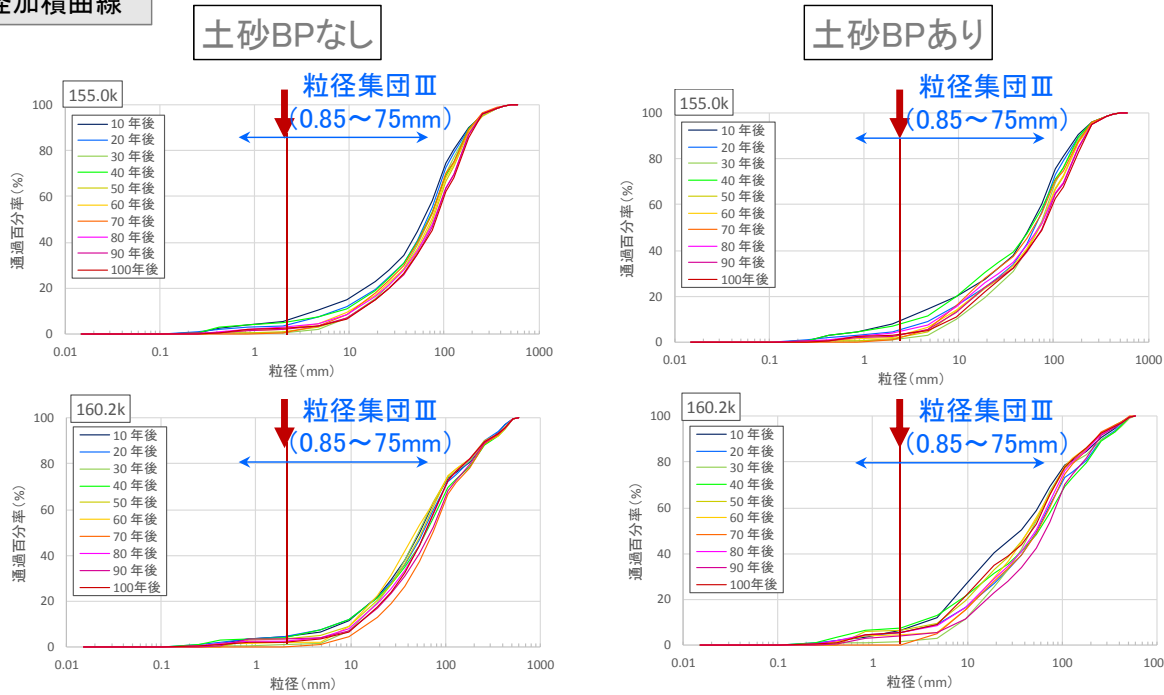


図 粒径加積曲線の土砂BPあり／なしの比較

平均粒径

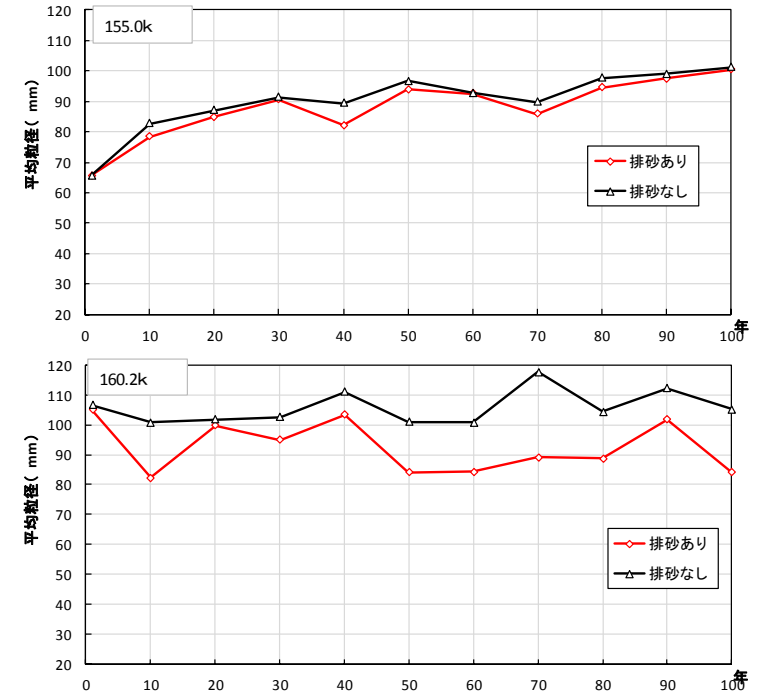


図 平均粒径経年変化の土砂BPあり／なし比較

河床変動高差分

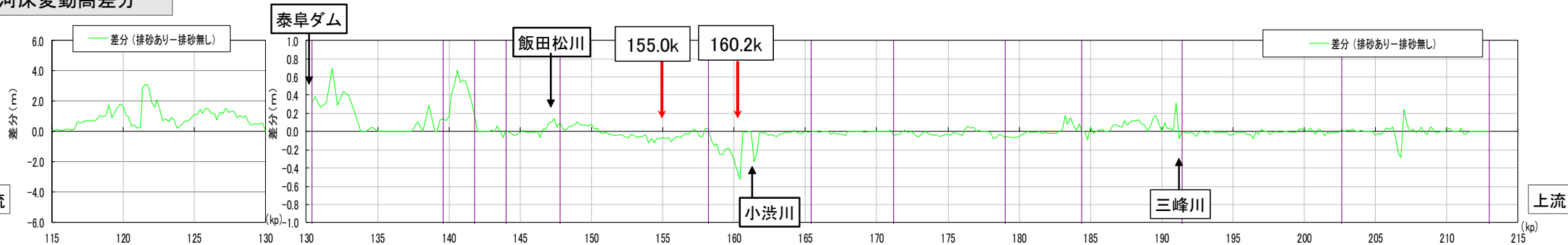


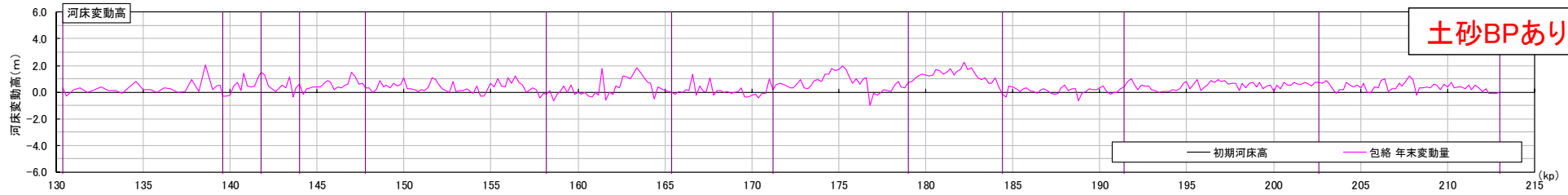
図 河床材料評価地点 (100年後河床変動高の土砂BP運用あり／運用)

① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支 【ステップ2】 河床変動後の流下能力

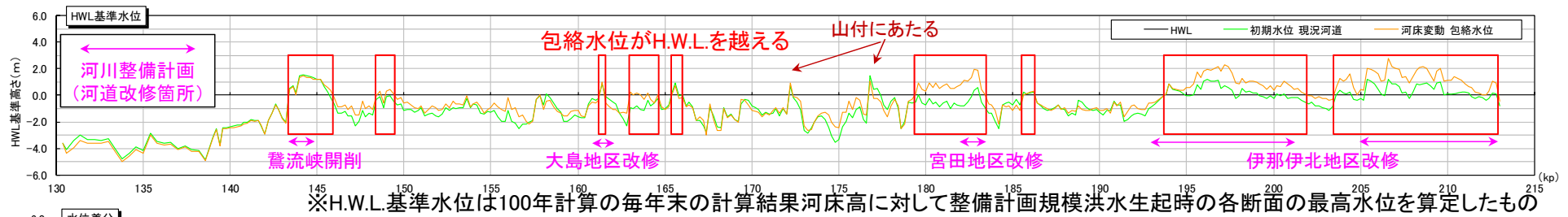
指摘事項③の内容

- ◆ 松尾地区 (144~146k)、小渋川合流部上流 (161k~166k地点)、太田切川合流部付近 (179~186k)、伊那地区から上流 (194k~213k) で包絡水位がH.W.L.を越える。これらの箇所は河道掘削等の対策が必要となる。
- ◆ 河川整備計画による水位低下対策により流下能力向上が期待されるが、整備対象以外については河道掘削等の対策が必要である。

河床変動高

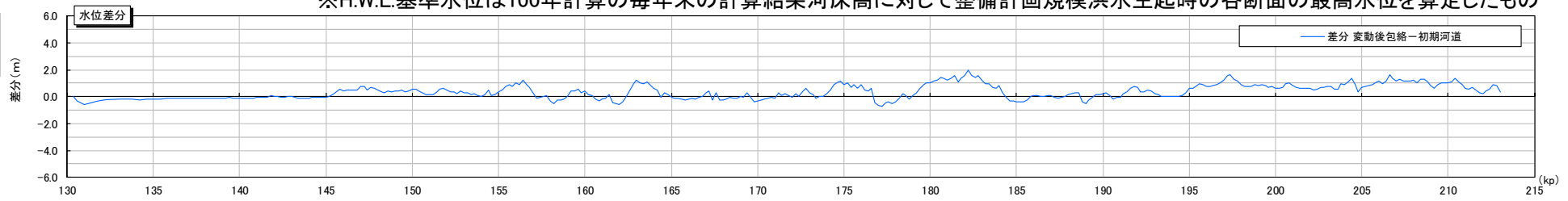


H.W.L.基準水位  
(整備計画流量流下時)

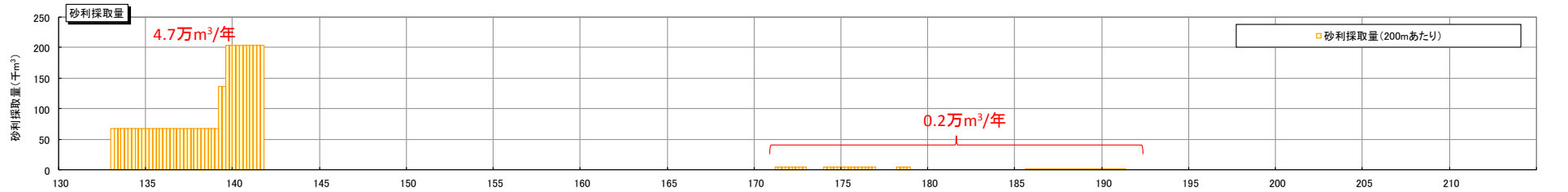


※H.W.L.基準水位は100年計算の毎年末の計算結果河床高に対して整備計画規模洪水生起時の各断面の最高水位を算定したもの

水位差分  
(河床変動後-初期河床)



砂利採取量



川幅

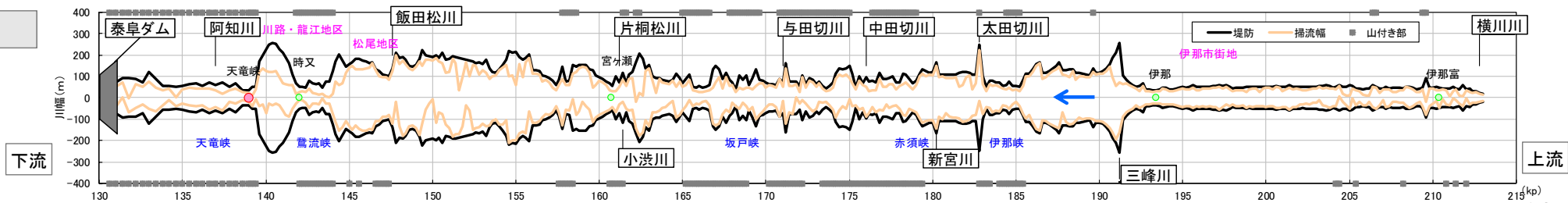


図 現状の100年計算結果と整備計画規模洪水生起時の包絡水位計算結果 (現状・土砂BPあり)

① 土砂収支の把握 (4) 現状の土砂収支 まとめ

◆現状（土砂バイパス運用・砂利採取）が継続した場合の予測結果をまとめて以下に示す。

	項目	結果まとめ
土砂BRあり／なしの違い ステップ1	河床高の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 泰阜ダム上流や川路龍江地区(140k～142k)等で<b>堆積量が増加</b>。</li> <li>✓ 小渋川合流部下流(158～161km区間)では、河床の低下傾向を促進する傾向が見られる。</li> </ul>
	河床材料の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 小渋川合流部下流(158～161km区間)において、小渋川からの土砂バイパス運用時の土砂量増加(主に砂)により、河床材料が100mm程度から10～20mm程度小さくなっている。</li> </ul>
	土砂収支	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 三峰川、小渋川、飯田松川で土砂量が増加。特に小渋川は、粒径集団Ⅰ～Ⅲの土砂量増加が大きい。</li> <li>✓ 平岡ダム通過土砂量は+44万m<sup>3</sup>/年(うち、粒径集団Ⅱは+5万m<sup>3</sup>/年)</li> <li>✓ 粒径集団Ⅳ(75mm以上)は、140kより下流はほぼ流下しない。</li> </ul>
今後の土砂管理での留意点 ステップ2	河床変動 治水への影響(水位)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 現況で流下能力が不足する区間は整備計画による水位低下対策が予定されている。</li> <li>✓ 松尾地区(144k～146k)や小渋川合流部上流(161k～166k)、太田切川合流部付近(179k～186k)等では、現状が継続した場合、河道の堆積に伴い、整備計画流量流下時に<b>水位がH.W.L.を越える箇所が見られる</b>。</li> <li>✓ <b>小渋川合流部上流や太田切川合流部付近は堆積傾向であるため、整備計画の改修後も治水安全度確保のための対策が必要となる可能性</b>がある。</li> <li>✓ 整備計画メニューに該当しない箇所(149k,180k付近等)もあるため、流下能力を維持するための対策が必要である。</li> </ul>
	環境への影響 (河床材料)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 小渋川合流部下流(158.0kや160.2k)において、小渋川からの通砂時の土砂(数mmの砂)によって河床材料の平均粒径がやや小さくなり、数10mm程度の礫(粒径集団Ⅳ)の<b>土砂移動が活発化した可能性</b>がある。一方でシルト等の<b>細粒分(粒径集団Ⅰ)の増加は樹林化を促進する可能性</b>もある。</li> <li>✓ 良好な自然環境として天竜川の礫河原を確保していく上では、<b>細粒分(粒径集団Ⅰ)の堆積の進行や粗粒分(粒径集団Ⅱ・Ⅲ)の流出による攪乱促進等</b>について今後注意していく必要がある。</li> </ul>

赤字:土砂動態に関する問題・影響 青字:土砂動態に関する改善効果

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理 目標と土砂管理指標

（「7. 流砂系のあるべき姿（方針）」

「8. 土砂管理目標と土砂管理指標」に対応）

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標

※丸数字はP.6の指摘事項NO

### <第3回委員会での指摘事項>

- ◆ ④土砂生産・流出領域の課題を整理し、総合土砂管理として何をすべきか整理すること
- ◆ ⑤土砂移動の連続性の確保の意味、連続性の時間スケールを整理し、各領域の目指すべき姿を精査すること
- ◆ ⑥どのような場で、どのような環境を目指すという整理がよい
- ◆ ⑦土砂生産・流出領域を取り扱うに際し、年平均だけでなく、偏差をどのように扱うかに留意する必要がある

### <指摘を受けての検討内容>

- ◆ 天竜川流砂系（上流域）の各領域の課題、総合土砂管理としての期待・懸念の整理
- ◆ 目指す姿の設定
- ◆ 土砂管理目標の設定
- ◆ 土砂管理指標・計画対象期間の設定

### <検討結果のポイント>

- ◆ 各領域での期待・懸念のポイントを以下のとおり整理する
  - ✓ 土砂生産・流出領域：豪雨時の急激な土砂供給の抑制、流砂系で必要となる土砂量・質の供給
  - ✓ 支川ダム領域：治水、利水機能の維持、流砂系で必要となる土砂量・質の供給
  - ✓ 谷底平野河道領域：治水安全度の維持・確保（異常な堆積や侵食がない）、流砂系で必要となる土砂量・質の下流への供給（通過）、適度な河床攪乱による礫河原の維持
  - ✓ 本川ダム領域：流砂系で必要となる土砂量・質の下流への供給（通過）
- ◆ 上記を踏まえ、目指す姿、土砂管理目標、代表地点、土砂管理指標、計画対象期間を設定
- ◆ 土砂移動の連続性の確保は、全域での目指す姿であり、考え方を整理した上で各領域の目指す姿に反映
- ◆ 今後、土砂生産・流出特性が大きく変化し、土砂流出量、河道での土砂動態が大きく変化したことを確認した場合には目標の見直しを検討することを明記

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標 (1)現状と課題を踏まえた目指す姿の考え方

◆天竜川流砂系総合土砂管理の基本原則をもとに、各領域の現状を踏まえ、目指す姿を設定した。

指摘事項④の内容

領域毎の現状と課題・総合土砂管理としての期待と懸念の整理 <上流検討対象のみ>

領域	現状の概要	総合土砂管理としての領域への期待・懸念	目指す姿のキーワード
土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂生産量が多い</li> <li>土砂災害を防ぐため砂防施設を整備</li> <li>透過型堰堤の整備(大出水での土砂流下を抑え、出水後～通常時には止めた土砂を流下)</li> <li>流砂量・質を把握するための流砂量観測の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>豪雨時の急激な土砂供給を抑制</li> <li>他領域で必要とする土砂の適切な供給</li> <li>豪雨時の急激な土砂供給による他領域への過剰な土砂供給、これによる本支川の治水安全度の低下</li> <li>特定の粒径の土砂を捕捉することでの下流環境への影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流出土砂量の調節</li> <li>適切な土砂量と質の供給</li> </ul>
支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>流入土砂量が多く、堆積が進んだことでダム機能が低下</li> <li>堆砂対策としての土砂バイパストンネルの整備(美和ダム・小渋ダム・松川ダム)</li> <li>試験運用を開始、モニタリングの実施中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他領域で必要とする土砂の適切な供給(土砂バイパス)</li> <li>流入土砂量と通過土砂量のバランスを取ることによるダム機能の維持</li> <li>特定の粒径の土砂を捕捉すること、排砂することでの下流環境への影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂移動の連続性</li> <li>ダム機能の維持</li> <li>適切な土砂量と質の供給</li> </ul>
谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>流下能力不足箇所があり整備、整備後の維持(再堆積や再樹林化の抑制)が必要</li> <li>局所洗堀箇所があり、整備が必要</li> <li>礫河原が減少しており、これを再生し、維持することが必要</li> <li>整備計画、自然再生計画に基づく事業を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他領域で必要とする土砂の適切な供給(通過)</li> <li>流入土砂量と通過土砂量のバランスを取ることによる治水安全度の維持</li> <li>適度な攪乱が生じ、樹林化や河道の二極化が抑制され、礫河原を維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂移動の連続性</li> <li>適切な土砂量と質の供給</li> <li>治水安全度の維持</li> <li>環境の改善</li> </ul>
本川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム湛水域への堆砂は、維持掘削と併せて概ね安定</li> <li>ダム機能の維持、治水安全度の確保には継続的な維持掘削が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他領域で必要とする土砂の適切な供給(通過)</li> <li>流入土砂量と通過土砂量のバランスを取ることによる治水安全度、発電機能の維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂移動の連続性</li> <li>治水安全度の維持</li> <li>ダム機能の維持</li> </ul>

青字:期待する事項 赤字:懸念される事項



◆ 天竜川流砂系総合土砂管理の基本原則をもとに、各領域の現状を踏まえ、流砂系として目指す姿を設定した。

領域毎の流砂系として目指す姿 <上流検討対象のみ>

領域	目指す姿
全体	天竜川におけるダム、河川、海岸の連携のもと各領域で計画されている事業目的の達成とあわせ、可能なかぎり <b>土砂移動の連続性</b> を確保し、各領域の持続可能な管理の実現と環境の保全・回復を目指した流砂系を構築する
土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 適切な流出土砂量の維持確保           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流砂系として必要となる土砂（質と量）の供給</li> <li>・ 大規模な土砂生産が起こった場合において天竜川や、ダム流入端において治水の安全性をできるだけ確保できる流出土砂量の調節</li> </ul> </li> </ul>
支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>土砂移動の連続性の確保</b></li> <li>● ダム貯水池機能の維持・確保           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 治水機能（洪水調節容量）の持続的確保</li> <li>・ 利水機能の持続的確保（容量の確保、取水・放水口の閉塞防止）</li> </ul> </li> </ul>
谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 治水安全度の維持・確保           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状の治水安全度を維持しつつ、更なる流下能力の確保</li> <li>・ 砂州の固定化や樹林化の進行が要因となる局所洗掘が生じにくい河道の形成</li> </ul> </li> <li>● 良好な礫河原環境の保全・回復           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 濤筋の深掘れが抑制され、砂州の攪乱が適度にあり、樹林化が抑制された礫河原の広がる環境</li> <li>・ 礫河原が再生され、礫床環境が持続する環境</li> <li>・ 天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境</li> </ul> </li> </ul>
本川ダム領域（湛水域）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ダム貯水池機能の維持・確保           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 背水影響に伴う洪水被害を防止できる堆砂形状</li> <li>・ 利水機能の持続的確保（容量の確保、取水・放水口の閉塞防止）</li> </ul> </li> </ul>

土砂移動の連続性の確保 について

- ・ 連続性の確保は、洪水等の短期的な視点ではなく、年単位での土砂移動の視点でとらえる
- ・ 土砂生産・流出領域では土砂量の調節の観点が必要となるため、「連続性の確保」を目指すべき姿とはしない
- ・ 支川ダム領域における堆砂対策として土砂バイパストネルを設置している。継続的な対策として、連続性の確保（下流に流すこと）が重要と考える
- ・ 谷底平野河道、本川ダム領域では一定の場所に継続的に堆積することは、治水上（河積阻害の減少など）、利水上（容量の減少、取水施設の埋没）、環境上（水際の陸地化など）の観点から望ましいものではないため、「可能な限り土砂移動の連続性を確保」を目指す。現時点で具体的な施策はなく、全体の目指す姿に記載していることから、個別領域の目標とはしない

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標 (3) 土砂管理目標

◆ 土砂管理目標は、以下に示す定性的な目標に基づき、管理目標とする土砂量を設定する。

- 総合土砂管理計画の**基本原則**と、各領域で**現在計画されている土砂管理に関する事業内容**の評価を踏まえ、土砂管理目標を以下のように設定。

(単位: 万m<sup>3</sup>/年)

粒径集団 I (~0.2mm)
粒径集団 II (0.2~0.85mm)
粒径集団 III (0.85mm~75mm)
粒径集団 IV (75mm~)

### 土砂管理目標

#### 【土砂生産・流出領域】

- 土砂生産・流出量と天竜川での土砂動態の関係性を把握、土砂災害の防止

#### 【支川ダム領域】

- 土砂移動の連続性の確保、洪水調節機能の維持、安定的な水利用

#### 【谷底平野河道領域】

- 洪水被害の防止、良好な礫河原環境の保全・回復、良好な河川環境の保全

#### 【本川ダム領域】

- 背水影響に伴う洪水被害の防止、安定的な水利用

※ 目標とする土砂量(通過土砂量)は右図(赤枠)の通り

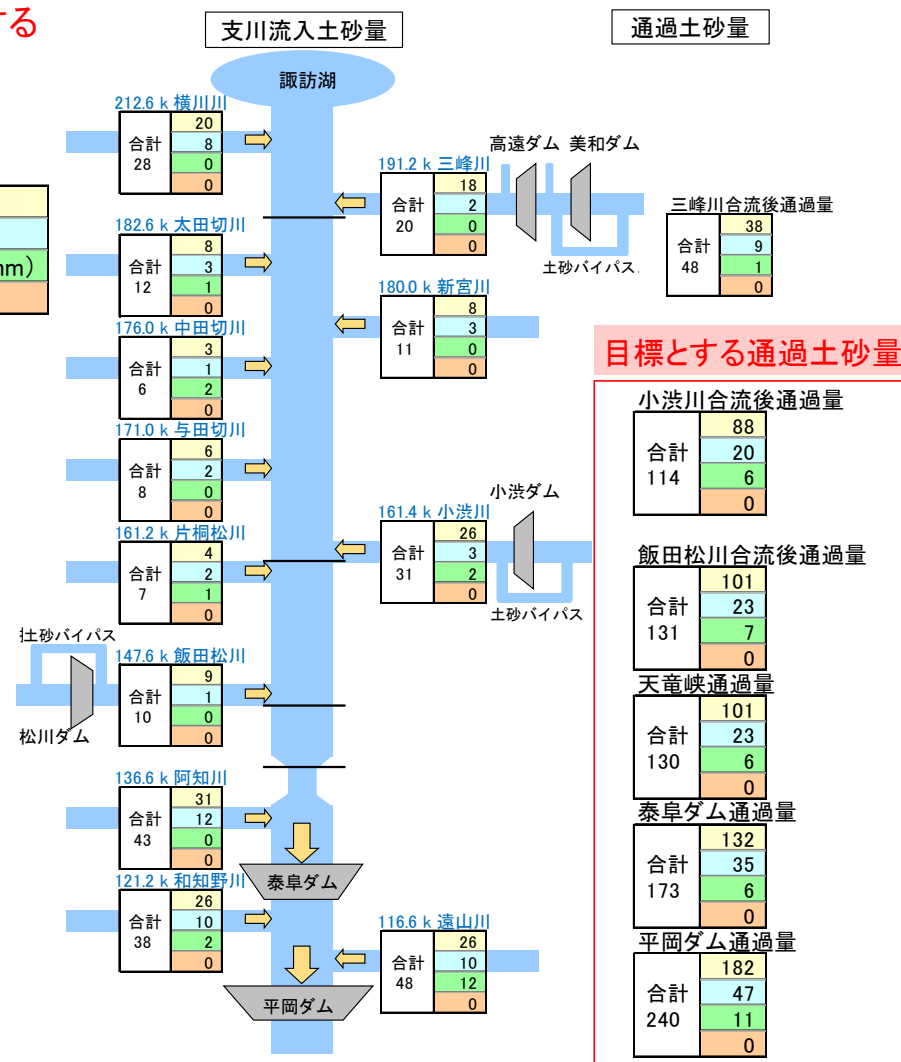


図 天竜川上流区間の目標とする土砂収支

### 土砂管理目標は長期的な流況(土砂量)変動を踏まえた土砂収支より設定

- ✓ 昭和54年~平成23年の期間で、昭和58年、平成11年、平成18年など大規模な出水での土砂流出、河道での土砂動態を含む
- ✓ 今後、土砂生産・流出特性が大きく変化するような豪雨(崩壊地面積の増大)が生じ、土砂流出量、河道での土砂動態が大きく変化したことを確認した場合には目標の見直しを検討する

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標 (4) 土砂管理指標・計画対象期間

◆ 設定した土砂管理目標を達成するための土砂管理指標と計画対象期間を設定する。

### 土砂管理指標

土砂移動量の変化が地形変化に現れるとの認識のもと、各領域における土砂管理目標の達成状況を確認するための指標を設定。

また、土砂移動量の変化によって物理環境が変化し、それに伴い河川環境が変化する可能性があることから、河川環境の変化を確認するための指標を設定。

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安
土砂生産・流出領域	・生産土砂量、流出土砂量の把握	流砂量(観測)	— (指標値を把握し、下流側の領域との関係から今後設定)
	・土砂災害の防止	砂防施設で捕捉された土砂量・質 平均河床高	— 支川の平均河床高が大きく上昇または低下していない
支川ダム領域	・土砂移動の連続性の確保 ・洪水調節容量の維持 ・安定的な水利用	堆砂量(ダム治水・利水容量) 貯水池縦断形状 バイパス土砂量	治水・利水機能の確保と維持(背水影響がなく、貯水容量の確保、管理施設を維持できる貯水池形状) 排砂計画との整合
谷底平野河道領域	・洪水被害の防止 ・良好な礫河原環境の保全・回復 ・良好な河川環境の保全	水理・水文量	—
		平均河床高	整備計画目標流量を安全に流下させることができる河床高の維持
		本支川合流部の平面形状	支川合流部の大きな河床上昇や河道閉塞がない
		水衝部の位置・河床高	水衝部の河床高が護岸基礎工高より高い
		河床材料の変化	平均粒径の減少 細粒土砂で河床表層が覆われていない
		砂州、滞筋の平面位置(瀬・淵)	砂州、滞筋の変動がある 瀬・淵が維持されている
		礫河床率(樹林化率) 樹木繁茂位置	流下能力不足箇所の樹林化がない 樹林化率の維持、減少 礫河床の面積率の維持、増加
代表植物・生物の生息生育状況	生物(指標種、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化がよい傾向を示す		
本川ダム領域	・背水影響に伴う洪水被害の防止 ・安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	発電機能の確保と維持(管理施設を維持できる貯水池形状)

### 計画対象期間

土砂動態を評価する計画対象期間は、今後、概ね50年間とする。なお、5～10年程度を区切りとして達成状況を確認し、計画も含めて適宜見直しを行う。

## ② 流砂系として目指す姿・土砂管理目標と土砂管理指標 (5) 代表地点

- ◆土砂管理を行うにあたって、土砂管理目標としての必要な土砂移動量を評価する代表地点を設定した。
- ◆天竜川上流域において、通過土砂量の変化点など、土砂移動のコントロールポイントとなる地点を選定。
- ◆通砂施設を有する三峰川、小渋川および飯田松川の合流部の直下及び谷底平野河道領域と本川ダム領域の境界にあたる天竜峡、本川ダム領域の泰阜ダム、上流域の下流端に位置する平岡ダム地点を代表地点とした。

### 代表地点

三峰川合流部下流(190.0kp)
小渋川合流部下流(161.2kp)
飯田松川合流部下流(147.0kp)
天竜峡地点(139.0kp)
泰阜ダム下流(130.0kp)
平岡ダム下流(114.0kp)

#### ④天竜峡地点

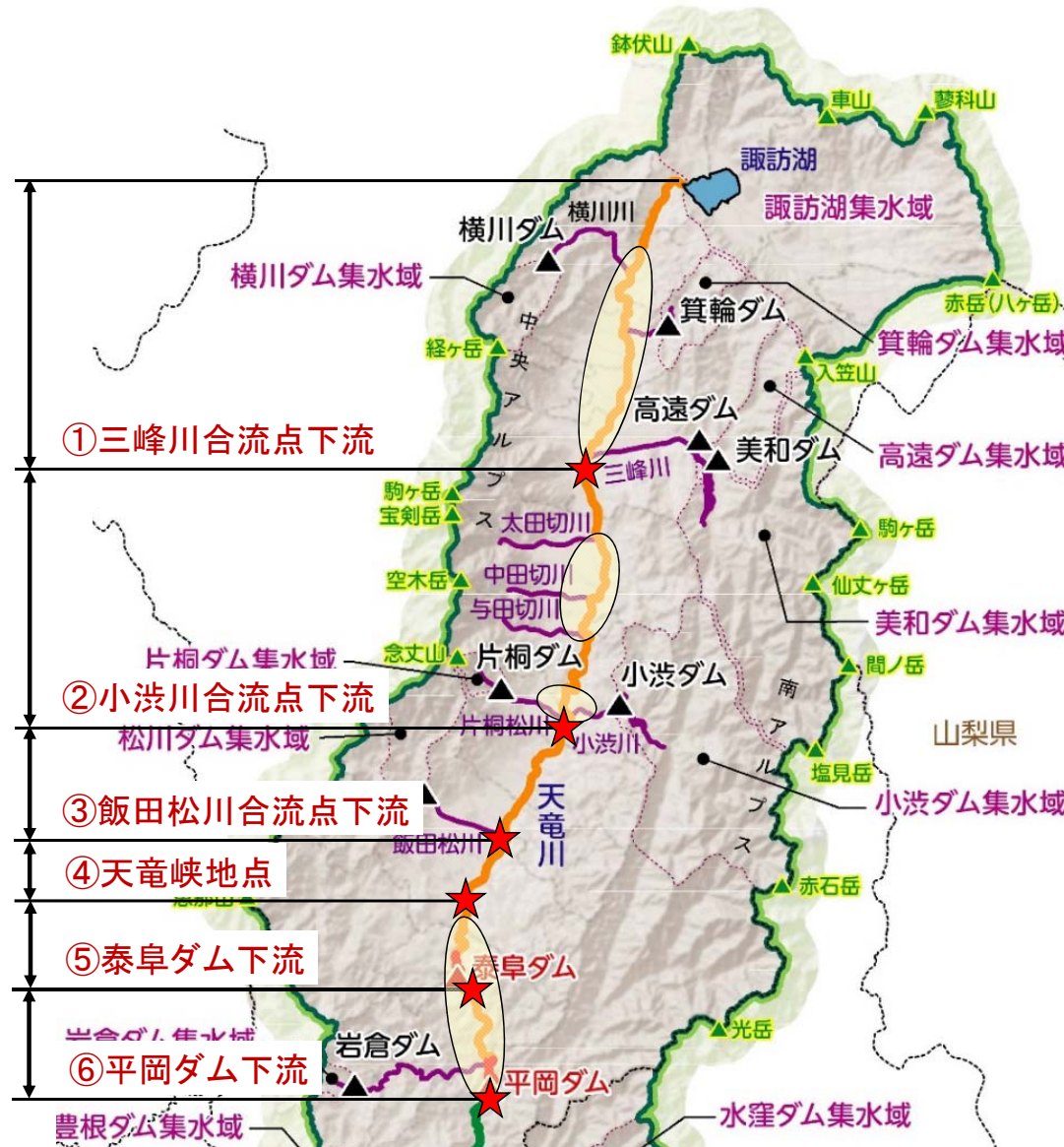
- 谷底平野河道領域と本川ダム領域の境界として、本川ダム領域に流入する土砂を把握

#### ⑤泰阜ダム下流

- 平岡ダム湛水域に流入する土砂量の把握

#### ⑥平岡ダム下流

- 下流域(佐久間ダム)に流入する土砂量の把握



#### ①三峰川合流点部下流

- 上流からの通過土砂量と美和ダムからの排砂を踏まえた通過土砂量の把握

#### ②小渋川合流点部下流

- 流入土砂量が多い右支川からの通過土砂量と小渋ダムからの排砂を踏まえた通過土砂量の把握

#### ③飯田松川合流点部下流

- 松川ダムからの通砂を踏まえた通過土砂量の把握

- ★ 代表地点
- 土砂堆積域

図 天竜川上流区間の代表地点

## ③ 土砂管理対策

（「9. 土砂管理対策」に対応）

### ③ 土砂管理対策

#### <指摘を受けての検討内容>

- ◆ 土砂管理目標を満足するための土砂管理対策を整理。
- ◆ 対策実施を想定した河床変動計算の実施、目標を満足するかを確認。

#### <検討結果のポイント>

##### ◆ 各領域の主な対策

- ✓ 土砂生産・流出領域：生産、流出土砂量の観測、砂防施設による流出土砂流出の調節、施設管理（除石）
- ✓ 支川ダム領域：各ダムの土砂収支計画に基づく堆砂対策の実施
- ✓ 谷底平野河道領域：治水安全度を維持するための維持掘削の実施
- ✓ 本川ダム領域：治水安全度を維持するための維持掘削の実施

##### ◆ 現時点で、定量評価が可能な谷底平野河道領域、本川ダム領域の河床変動計算実施

- ✓ 維持掘削を実施することで治水安全度を維持
- ✓ 部分的に護岸基礎工高まで河床低下する場所があり、監視が必要
- ✓ 将来的に取水施設敷高まで平均河床高が上昇する場所があり、監視が必要
- ✓ 通砂量が多い小渋川の合流点下流では、河床材料の細粒化、河床の変動（河床低下・堆積の抑制）がみられ、河道の攪乱が進む可能性があり、礫河原の維持（樹林化、二極化の抑制）に効果が期待されるため、監視が必要

#### <土砂管理対策の評価考え方>

##### ◆ 評価の時点は以下のとおりとする。

- ✓ 美和ダム、小渋ダム、松川ダムの土砂バイパストンネル運用開始後
- ✓ 河川整備計画の改修完成後

##### ◆ 今後の土砂量（外力）の変遷

- ✓ 現時点で、美和ダム、小渋ダム、松川ダムからの通砂以外は事業化されておらず、今後、土砂供給量に関する大きな変化はない

##### ◆ 河川整備計画における土砂掘削

- ✓ 今後の水位低下対策としての掘削量：約100万 $m^3$ （主に伊那伊北地区の掘削）
- ✓ 掘削期間：今後20～30年間
- ✓ 年間掘削量は、約3.3万～5.0万 $m^3$ /年
- ✓ 土砂収支計算には整備計画メニューの掘削は考慮していない

### ③ 土砂管理対策 (1) 各領域の土砂管理対策の内容

- ◆ 各領域の土砂管理目標の達成を目指して、以下の土砂管理対策を実施する。
- ◆ 今後は、土砂生産・流出領域における対策、各領域で発生する掘削土砂量の有効活用など、流砂系全体の総合土砂管理に向けた土砂管理対策の実施、関係機関との調整を図っていく。

領域	土砂管理目標	土砂管理対策	関連する他領域での土砂管理対策	
土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産土砂量、流出土砂量の把握</li> <li>土砂災害の防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂生産量の把握</li> <li>流砂量観測</li> <li>砂防施設による流出土砂流出の調節</li> <li>施設管理(除石)</li> </ul>	なし	
支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂移動の連続性の確保</li> <li>洪水調節容量の維持</li> <li>安定的な水利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> <li>堆砂対策(土砂バイパス)</li> </ul>	土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模出水時の支川流出土砂量の抑制(砂防施設整備、適切な管理)</li> </ul>
谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水被害の防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> <li>局所洗堀の監視(砂利採取の調整)</li> </ul>	土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模出水時の支川流出土砂量の抑制(砂防施設整備、適切な管理)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>良好な礫河原環境の保全・回復</li> <li>良好な河川環境の保全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>礫河原を維持するための河床攪乱(砂州の移動)の促進</li> <li>礫河原維持に配慮した河道掘削、維持掘削</li> <li>自然再生事業</li> <li>河川環境(瀬淵等)に配慮した河道掘削</li> </ul>	土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>粒径集団Ⅱの供給(領域内に捕捉しない対策)</li> </ul>
本川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>背水影響に伴う洪水被害の防止</li> <li>安定的な水利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> </ul>	土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>粒径集団Ⅱを下流領域に供給(領域内に捕捉しない対策)</li> </ul>
			支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>粒径集団Ⅱを下流領域に供給(領域内に捕捉しない対策)</li> </ul>
			谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>粒径集団Ⅱを下流領域に供給(領域内に捕捉しない対策)</li> </ul>

赤字: 対策量を定量的に検討、緑字: 堆砂対策事業の実施、青字: 堆砂対策事業による付加的な効果を定性的に評価

### ③ 土砂管理対策 (2) 土砂管理対策の評価

◆ 各領域の土砂管理対策を実施した場合の土砂管理目標の達成状況と留意点を示す。

領域	土砂管理目標	土砂管理対策	今後の土砂管理目標の達成状況、留意点
土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産土砂量、流出土砂量の把握</li> <li>土砂災害の防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂生産量の把握</li> <li>流砂量観測</li> <li>砂防施設による流出土砂流出の調節</li> <li>施設管理(除石)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現時点で土砂管理対策実施による目標達成の定量評価は困難。</li> <li>今後、流砂量観測結果を活用し、流出土砂量や土砂管理対策の効果の把握が必要となる。</li> </ul>
支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂移動の連続性の確保</li> <li>洪水調節容量の維持</li> <li>安定的な水利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> <li>堆砂対策(土砂バイパス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業計画に基づく堆砂対策を想定しており、効果は発現すると考えられる。今後、実際の運用によるモニタリングを踏まえて評価が必要となる。</li> </ul>
谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水被害の防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> <li>局所洗堀の監視(砂利採取の調整)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流下能力を確保するための維持掘削を行うことで洪水被害を防止できる。</li> <li>局所洗堀、取排水設備周辺の堆積等の可能性がある箇所があり、監視が必要となる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>良好な礫河原環境の保全・回復</li> <li>良好な河川環境の保全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>礫河原を維持するための河床攪乱(砂州の移動)の促進</li> <li>礫河原維持に配慮した河道掘削、維持掘削</li> <li>自然再生事業</li> <li>河川環境(瀬淵等)に配慮した河道掘削</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小渋川合流点下流で、河床材料の細粒化、河床低下などが想定され、河道の攪乱が進む可能性がある。</li> <li>礫河原の維持(樹林化、二極化の抑制)に効果が期待されるため、監視が必要となる。</li> </ul>
本川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>背水影響に伴う洪水被害の防止</li> <li>安定的な水利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆積土砂の維持掘削</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流下能力を確保するための維持掘削を行うことで洪水被害を防止できる。</li> <li>平岡ダム通過土砂量の粒径集団Ⅱが増加しており、流砂系全体での必要な土砂(海岸で必要な土砂量)を下流に供給できている。</li> </ul>

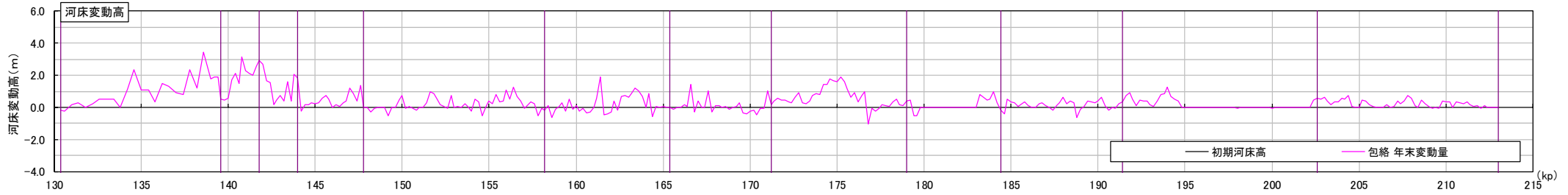
赤字:河床変動計算による定量評価 緑字:河床変動計算結果からの定性評価 青字:モデルを用いた定量評価は未実施



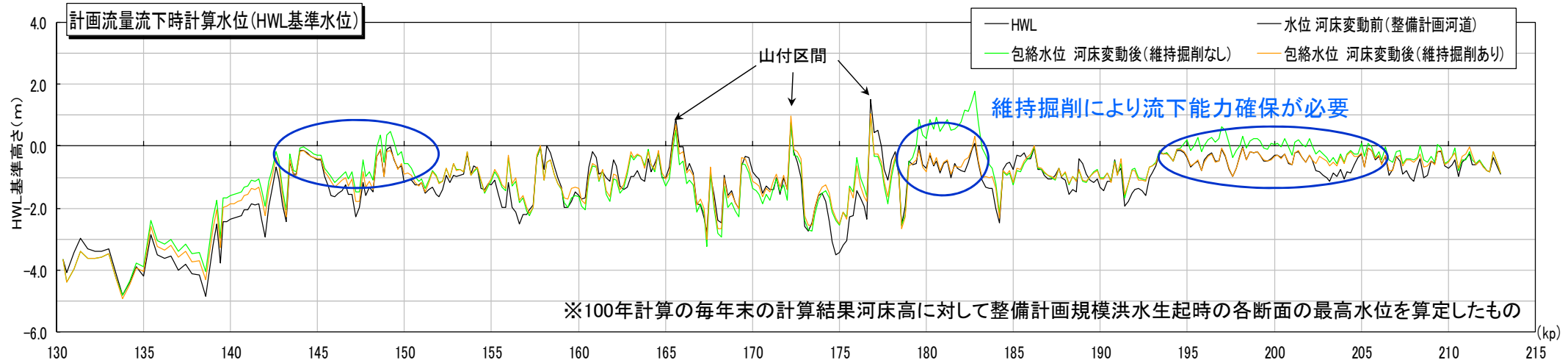
### ③ 土砂管理対策 (3)洪水被害防止のための対策案 (堆積土砂の維持掘削)

- ◆ 整備計画完成後も再堆積によって流下能力不足箇所が生じる。このため、堆積による流下能力不足となる箇所に対して維持掘削を実施することによって治水安全度を確保できる。維持掘削を実施した場合の結果を示す。
- ◆ 河床変動時の水位計算結果より、維持掘削の実施により、水位は山付区間を除きH.W.L.以下を維持しており、治水安全度を確保できている。

河床変動高



H.W.L.基準水位(計画流量流下時)



川幅

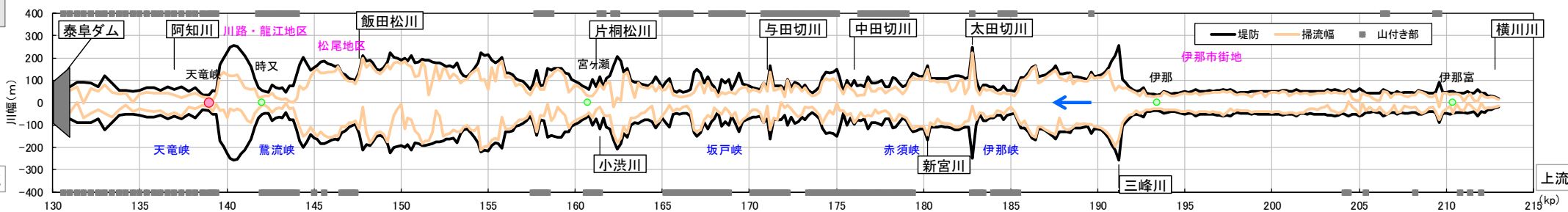


図 100年間の毎年末河床高における整備計画規模洪水生起時の包絡水位計算結果(整備計画河道・維持掘削・排砂あり)

### ③ 土砂管理対策 (3)洪水被害防止のための対策案 (局所洗掘の監視)

- ◆ 河床変動後の河床高が護岸の設定基礎高より下回る箇所がある場合、河床低下によって護岸の被災が懸念される。また、取水施設（樋管等）が埋没する場合、取水施設に影響が生じると推定される。
- ◆ 142k付近で最低包絡河床高が護岸基礎高付近まで低下しており、局所洗掘による護岸への影響がある可能性が示されている。また、158.4k、163k、182.2k付近等複数の取水施設が河床変動により埋没する可能性がある結果となった。
- ◆ 今後の河床低下状況を監視していくことが重要と考えられる。

護岸基礎高と河床変動高

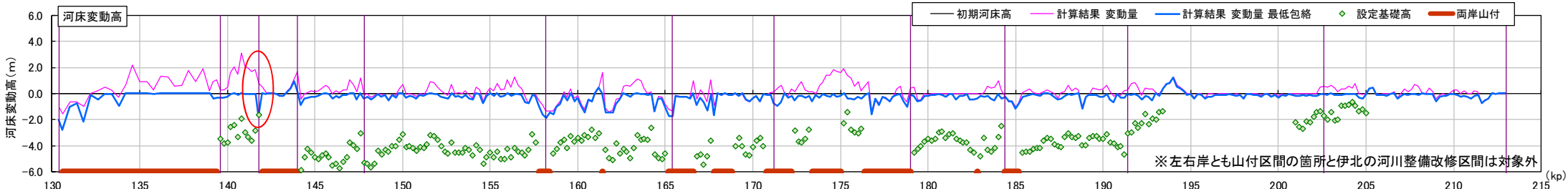


図 護岸基礎高と100年計算の最低包絡河床高の比較結果

取水施設敷高と河床変動高

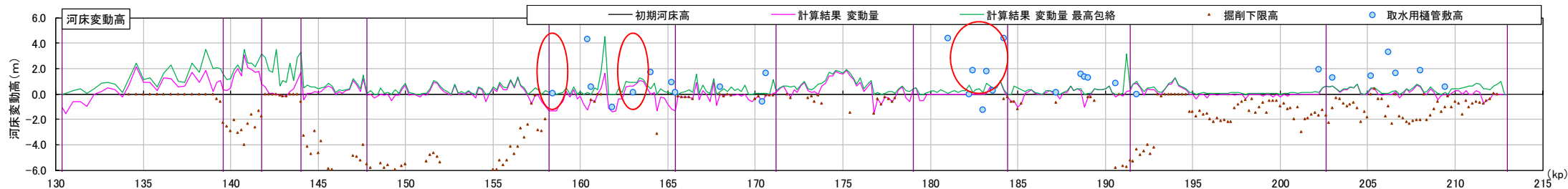


図 取水施設の敷高と100年計算の最高包絡河床高の比較結果

■ 河床変動に伴い影響する可能性がある施設

施設名	距離標 (kp)
竜東井取水樋管	158.4
下川原用水樋管	163.0
東伊那樋管	182.2
大久保用水樋管	183.6

川幅

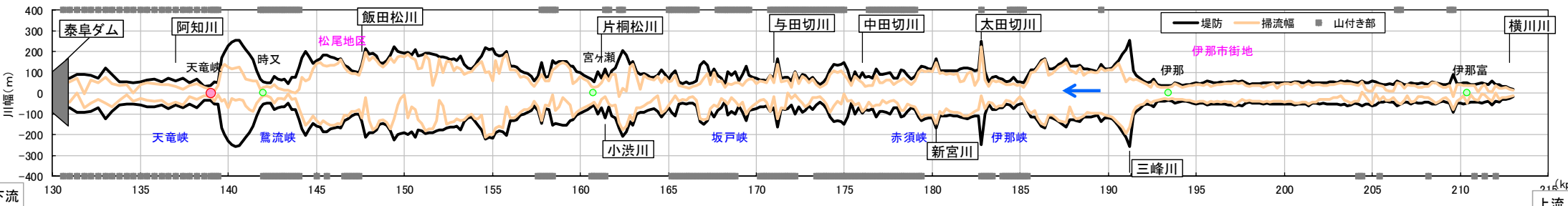
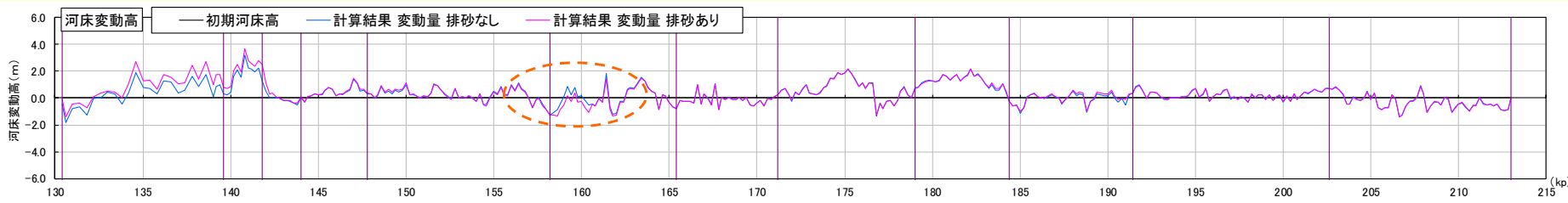


図 河床変動による治水・利水（護岸基礎高、取水堰敷高）への影響（整備計画河道・維持掘削・土砂BPあり）

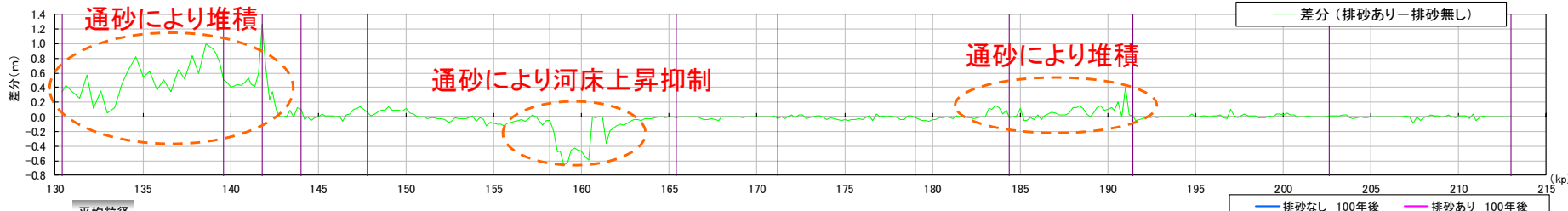
### ③ 土砂管理対策 (4)土砂バイパス運用による効果・影響 (河床高、河床材料)

◆ 小渋川合流部下流で土砂バイパスにより、平均粒径の減少と粒径集団Ⅱ+Ⅲの増加が見られ、小渋ダムからの土砂バイパスによる砂の供給増加によるものと推察される。河床材料に粒径集団Ⅳの比率が大きい天竜川において、粒径集団ⅡやⅢの構成比の増加は、河床材料の移動促進や河道攪乱を促し、良好な河川環境に繋げていくことが期待できる。

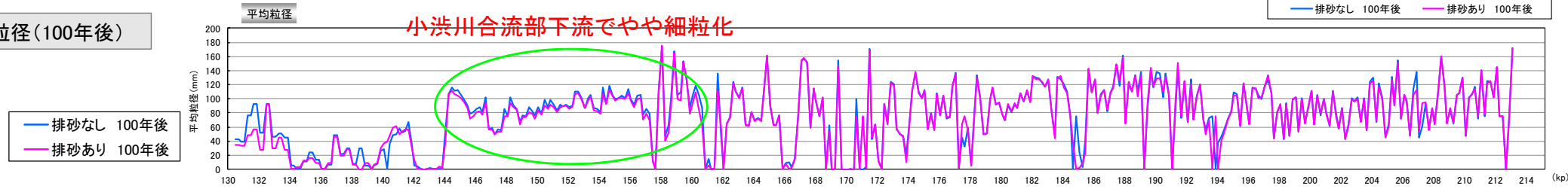
河床変動高



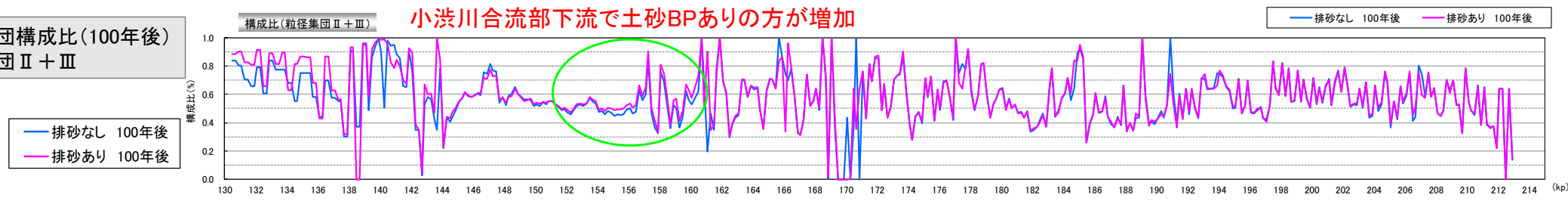
差分 (排砂あり-排砂なし)



平均粒径 (100年後)



粒径集団構成比 (100年後) 粒径集団Ⅱ+Ⅲ



川幅

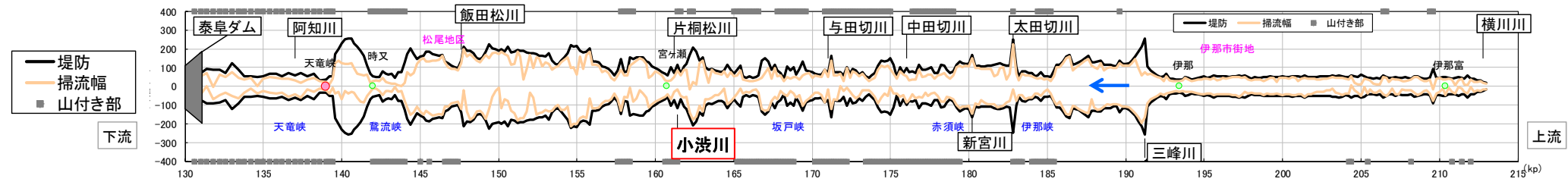


図 河床変動高と粒度構成の土砂BPあり/なし比較

### ③ 土砂管理対策 (5) 留意点

◆ 土砂管理対策を実施する上で、領域ごとに注意すべきことを留意点として挙げる。なお、この留意点については、各領域の管理者が個別に対応する。

赤字: 土砂動態、緑字: 自然環境

領域	懸念事項	留意点
土砂生産・流出領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂流出による支川河道での堆砂の進行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂生産・流出領域からの流出土砂量を適切に把握し、施設の効果や課題の検討が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の効率的な管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他領域での効果、課題を踏まえた適切な施設管理の検討が必要</li> </ul>
支川ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯水池堆積の進行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各支川ダムでの堆砂状況の確認が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂バイパス運用によるダム下流河川での堆砂、河床材料の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各堆砂対策事業のモニタリング結果から総合土砂管理の観点から効果影響を確認が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂バイパス運用による、流砂量や河床材料の変化に伴う魚類、底生動物の生育・生息環境への影響</li> </ul>	
谷底平野河道領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂の堆積による河道の樹林化の進行、礫河原の減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹林化が抑制できる掘削形状、できるだけ砂州等の河床が移動しやすく、礫河原が維持できる河道の検討が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>支川からの土砂供給による合流部での土砂堆積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂生産・流出領域、支川ダム領域からの流出土砂量の把握が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂バイパス運用による、流砂量や河床材料の変化に伴う河原植生の生育・生息環境への効果・影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河原植生の生育・生息環境が保全できているかを確認</li> </ul>
本川ダム領域 (湛水域)	<ul style="list-style-type: none"> <li>湛水域の堆積による治水安全度の低下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂の有効活用の促進、支川ダムの通砂の影響の確認(量・質の変化)が必要</li> </ul>

## ④ モニタリング計画

（「10. モニタリング計画」に対応）

## ④ モニタリング計画 (1) モニタリングの目的 (2) モニタリング項目

◆モニタリング計画の目的、方針を以下に整理した。

### モニタリングの目的

モニタリングは以下の2点を目的に実施する。

#### 目的①

天竜川流砂系の総合土砂管理の目標や目指す姿に対する評価を行うために実施する。

#### 目的②

各領域が抱える課題の実態把握、対策の効果、影響および今後の課題解決のために実施する。(今後、対策と並行して取り組み)

→ 関係機関の持つ調査結果の継続的な情報共有を図り、必要に応じ適切な事業や調査の見直しを実施するためにモニタリングを実施

### 目的①を踏まえたモニタリングの考え方

#### <モニタリングの方法>

- 物理環境の計測による方法
- 生物環境や河川利用などのデータ蓄積による方法
- 写真記録、ヒアリング等の蓄積による方法

#### <モニタリング項目>

- ① 天竜川の土砂管理目標の達成を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

### <モニタリングの留意点>

- 現在実施している調査および事業のモニタリング計画を最大限に活用(河川水辺の国勢調査、統計調査等)
- 関係機関や利用者への聞き取りなど定性的な情報の蓄積もモニタリングに位置付ける
- 美和ダム、小渋ダム、松川ダムの排砂運用開始に伴うモニタリングについても活用する
- 自然再生事業のモニタリングについても活用する

### <モニタリングデータの活用>

- 土砂管理指標とその目安に対して、モニタリングデータを評価
- 環境(物理環境、生物環境、樹林化等)の観点は変化が長期的であり、調査も5年ピッチであるため、調査結果の変化の方向性を整理し、目指す姿に近づいているかの観点で評価
- 物理環境変化(インパクト)と生物環境の変化の傾向を分析し、問題点を明らかにする
- ダム堆砂の進行、対策効果については毎年の変化から確認
- 洪水時等イベントによる変化は、写真などの簡易的な調査で変化状況を蓄積し、測量や河床材料調査の変化と併せて分析
- 新技術によりモニタリングの高度化や効率化が図れる場合は、随時更新していく

## ④ モニタリング計画 (3) モニタリング計画

### モニタリングの実施

モニタリングは、土砂管理対策を実施する前から実施

- 土砂管理対策(排砂等)の実施前には、置土実験、覆砂実験等、排砂を想定した実験を行い、土砂動態の把握や環境影響の発生の可能性について検討

### モニタリング計画

#### 領域別モニタリング計画：土砂生産・流出領域

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
土砂生産・流出土砂領域	生産土砂量・流出土砂量の把握	崩壊地の拡大状況 土砂移動量 斜面傾斜や斜面方位	崩壊斜面の変動領域把握 河道閉塞・堆砂状況 発生土砂量と堆積土砂量の把握	①②	土砂生産域(崩壊地)の規模 土砂動態(土砂移動の範囲、河道内土砂量)	空中写真撮影 航空レーザー測量	砂防流域	A:出水期 B:5年に1回 または 河道の状況により適宜	砂防事業者
		生産土砂量・流砂量	—  (指標値を把握し、 下流側の領域との関係から今後設定)	①②	流砂量	流砂量観測 (ハイドロフォン、濁度計測等)	砂防施設整備区間	A:出水時期	砂防事業者
	砂防堰堤堆積土砂の量	①②		砂防堰堤の堆積量 除石等の維持管理量	砂防堰堤の堆砂測量 除石量の把握	砂防施設整備区間	A:非洪水期 B:1回/数年	砂防事業者	
	土砂災害の防止  砂防堰堤堆積土砂の粒径	①②		堆積土砂の粒度分布	堆積土砂の粒度調査 除石の粒度調査	砂防施設整備区間	A:非洪水期 B:1回/数年	砂防事業者	

#### モニタリングの分類

- ① 天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

- : 物理環境
- : 生物環境・河川景観

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川景観に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

## ④ モニタリング計画 (3) モニタリング計画

### モニタリングの実施

モニタリングは、土砂管理対策を実施する前から実施

- 土砂管理対策(排砂等)の実施前には、置土実験、覆砂実験等、排砂を想定した実験を行い、土砂動態の把握や環境影響の発生の可能性について検討

### モニタリング計画

#### 領域別モニタリング計画: 支川ダム領域

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
支川ダム領域	土砂移動の連続性の確保 洪水調節容量の維持 安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	治水容量・発電容量の確保と維持、管理施設や背水区間に影響がない貯水池形状	①②	縦横断形状 堆積土砂量	貯水池堆砂測量	美和ダム、小渋ダム、松川ダム、横川ダム、箕輪ダム、片桐ダム、岩倉ダムの各貯水池	A:非洪水期 B:1回/1年	ダム管理者
		バイパス土砂量	排砂計画との整合	①②	バイパス土砂量	SS、濁度による土砂量の推計等	美和ダム、小渋ダム、松川ダム	A:バイパス運用時	ダム管理者

#### 土砂バイパスのモニタリング

- 美和ダム、小渋ダム、松川ダムでは、堆砂対策施設の試験運用に伴うモニタリング調査を実施している。
- 総合土砂管理においては、各事業のモニタリング結果を共有し、総合土砂管理としての評価等を行う。
- 具体的には以下のような整理を予定する。なお、事業自体の評価は各モニタリング委員会などで実施されるものとする。
  - ◆ ダム貯水池の土砂収支(流入土砂量、放流土砂量、バイパス土砂量、堆積土砂量)
  - ◆ 下流河道の河床材料の変化

#### モニタリングの分類

- ① 天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

: 物理環境  
 : 生物環境・河川景観

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川景観に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価



④ モニタリング計画 (3) モニタリング計画

モニタリング計画

領域別モニタリング計画:本川ダム領域(谷底平野河道領域) (1/2)

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
谷底平野河道領域	洪水被害の防止	水理・水水量	—	①	水位・流量	水位計測 流量観測	伊那富・北殿・伊那・沢渡・下平・宮ヶ瀬・市田・伊久間・時又・天竜峡	常時観測	河川管理者
		平均河床高	整備計画目標流量を安全に流下させることができる河床高の維持	①②	河川形状	横断測量 縦断測量	定期測量の測線に準じる	A:非出水期 B:概ね1回/5年	河川管理者
		本支川合流部の平面形状	支川合流部の大きな河床上昇や河道閉塞がない	①②	合流部の堆積状況	ドローンによる空撮	土砂流出が多い支川合流部 ・太田切川 ・中田切川 ・与田切川 ・片桐松川 ・阿知川	A:出水期 B:出水後	河川管理者
		水衝部の位置・河床高	水衝部の河床高が護岸基礎工高より高い	①②	河川形状	河川パトロールによる水衝部位置確認 横断測量による河床高確認	河床低下により河川管理施設への影響が懸念される区間。砂利採取の継続により河床低下が懸念される区間 130.0k~132.0k(泰阜ダム上流) 140.0k~142.0k(川路・龍江地区) 160.0k~162.0k(小渋川合流地点上流)	A:通年 B:河川パトロール時 大規模出水後※1	河川管理者
		樹木繁茂位置(樹林化率)	流下能力不足箇所の樹林化の経年的な変化	②	流下能力不足箇所の樹林化	群落の分布(河川水辺の国勢調査) 空中写真記録※2	領域全体 領域全体	A:春,秋(5,10月) B:1回/5年 A:非洪水期 B:1回/5年	河川管理者 河川管理者

※1 平均年最大流量より大きい出水  
※2 空撮や衛星写真など

モニタリングの分類

- ① 天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

■ :物理環境  
□ :生物環境・河川景観

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川景観に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

④ モニタリング計画 (3) モニタリング計画

モニタリング計画

領域別モニタリング計画:本川ダム領域(谷底平野河道領域) (2/2)

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
谷底平野河道領域	良好な礫河原環境の保全・回復 良好な河川環境の保全	河床材料の変化	平均粒径の減少 細粒土砂で河床表層が覆われていない	②③	河床材料	河床材料調査	領域全体※1	A:非洪水期 B:1回/5年	河川管理者
		砂州、濡筋の平面位置(瀬・淵)	砂州、濡筋の変動がある	②③	河道形状	定期測量、航空写真	領域全体	A:非洪水期 B:1回/5年	河川管理者
		礫河床率	礫河床の面積率の維持、増加	②③	礫河原環境	空中写真記録※2	領域全体	A:非洪水期 B:1回/5年	河川管理者
		代表植物・生物の生息成育状況	生物(指標種、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化がよい傾向を示す	②③	魚類	河川水辺の国勢調査項目 個体数・種数	南宮大橋、長瀬橋、阿島橋、田沢川合流点、坂戸橋上流、天竜大橋、北の城橋上流、三峰川下流、桜橋、城前橋	A:春、夏、秋 (5,7,9~10月) B:1回/5年	河川管理者
				②③	底生動物	河川水辺の国勢調査項目 個体数・種数	南宮大橋、長瀬橋、阿島橋、田沢川合流点、坂戸橋上流、天竜大橋、北の城橋上流、三峰川下流、桜橋、城前橋	A:春、夏、冬 (4,7,1月) B:1回/5年	河川管理者
				②③	植生群落	群落の分布 (河川水辺の国勢調査)	領域全体	A:春、秋(5,10月) B:1回/5年	河川管理者
		河川景観の変化	—	—	河川景観	ヒアリング(天竜舟下り・天竜川ライン下り) ・航路の変化 ・洪水による土砂の堆積 ・景観変化等の記録	弁天港～時又港 唐笠港～天竜峡温泉港	A:出水後 B:1回/年	河川管理者

モニタリングの分類

- ① 天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

:物理環境  
 :生物環境・河川景観

※1 平均年最大流量より大きい出水  
 ※2 空撮や衛星写真など

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川景観に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

モニタリング計画

領域別モニタリング計画:本川ダム領域(湛水域)

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
本川ダム領域 (湛水域)	背水影響に伴う洪水被害の防止 安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	発電機能の確保と維持 (管理施設を維持できる貯水池形状)	①②	縦横断形状 堆積土砂量	貯水池堆砂測量	泰阜ダム貯水池 平岡ダム貯水池	A:非洪水期 B:1回/1年	ダム管理者

モニタリングの分類

- ① 天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ② 目指す姿を評価するための項目
- ③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

:物理環境  
 :生物環境・河川景観

※1 平均年最大流量より大きい出水  
 ※2 空撮や衛星写真など

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川景観に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

## ④ モニタリング計画 (4) モニタリング結果の活用

◆モニタリング調査の結果を、領域の特徴を踏まえて評価指標ごとに整理、取りまとめを行い、総合土砂管理の対策実施による効果や課題について整理する。毎年データを、数年(5年程度)毎に取りまとめ、関係者間で共有し、総合土砂管理の評価を実施し、各領域の管理者が順応的な対応をする資料として活用する。

