

Ⅱ.総合土砂管理プラン(素案)の検討状況について

《目 次》

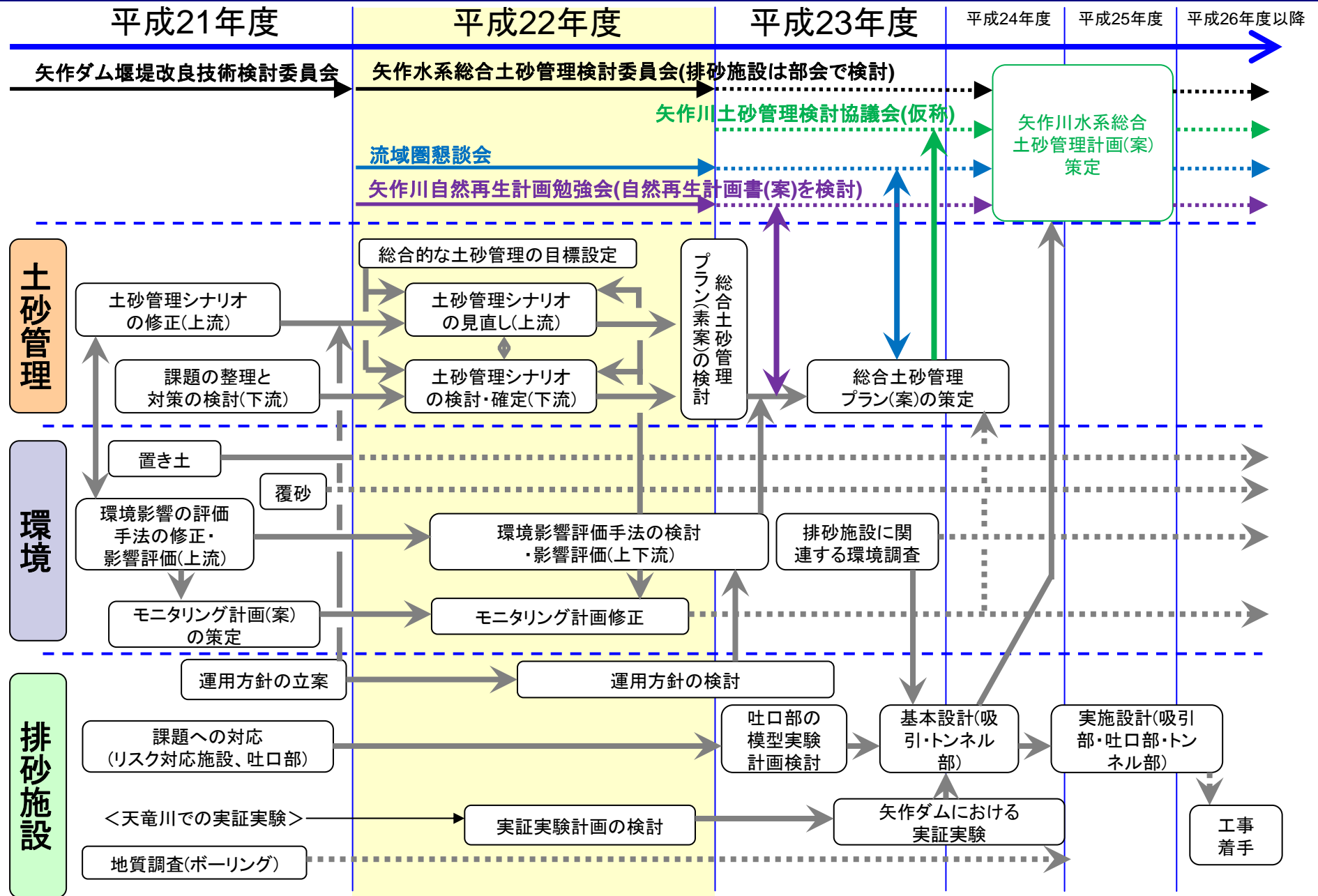
1. 委員会の概要
2. ダム領域河道区間の土砂管理目標について
 - 2.1 ダム領域(山地河道領域)の課題の抽出
 - 2.2 ダム領域(山地河道領域)の土砂管理目標(案)
3. 環境影響の評価と保全対策について
 - 3.1 矢作川全体の環境評価方針
 - 3.2 ダム領域の環境評価と保全対策
 - 3.3 河川領域の環境評価と保全対策
4. 土砂管理シナリオについて
 - 4.1 土砂生産領域のシナリオ(方向性の確認)
 - 4.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオ(最適案の確認)
 - 4.3 河川領域のシナリオ(最適案の確認)
 - 4.4 河口・海岸領域のシナリオ(方向性の確認)
 - 4.5 土砂管理シナリオのまとめ
5. 平成22年度検討委員会の総括

第3回委員会における論点

■ 第3回委員会における論点

- ダム領域における土砂管理目標について
 - ダム領域の河道区間における課題の抽出と土砂管理目標設定の必要性の確認
- 環境影響の評価と保全対策について
 - ハビタットの变化に着目した排砂による影響評価
 - 保全対策の整理
- 土砂管理シナリオについて
 - ダム領域、河川領域の土砂管理シナリオの抽出
 - 土砂生産領域、河口・海岸領域のシナリオの方向性

1. 委員会の概要（委員会の進め方）



※上流: 矢作ダム～越戸ダム、下流: 越戸ダム～河口

注: 各検討・実施段階は現時点で想定されるものであり、今後変更される可能性がある



2.ダム領域(山地河道領域)の土砂管理目標について

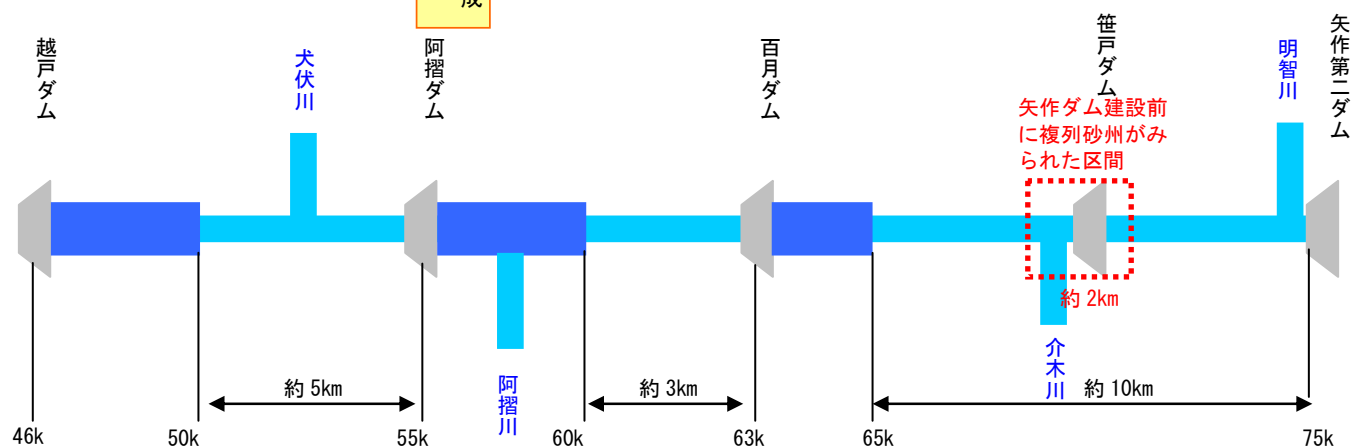
2.1 ダム領域(山地河道領域)の課題の抽出

2.2 ダム領域(山地河道領域)の土砂管理目標(案)

2.1 ダム領域（山地河道領域）の課題の抽出

- ダム領域(山地河道領域)では、越戸ダム下流区間のように、矢作ダム建設や砂利採取開始以前の環境に関する定量的なデータが記録されていないことから、土砂に起因する課題の設定が困難である。
- 矢作ダム建設前後の航空写真を比較した結果、約70k~72kmの区間では、矢作ダム建設前後で河床形態が変化していると考えられるものの、その他の区間では約70k~72km区間のような明瞭な変化は認められない。
- 以上のことから、矢作ダム建設前後に河床形態が変化した区間は限定的であると考えられる。

【ダム領域(山地河道領域)において複列砂州が見られた区間の変遷】



2.1 ダム領域（山地河道領域）の課題の抽出

- 矢作ダムの影響がなかったときのダム領域河道区間における河床形態を推定するため、矢作ダム上流区間（背水影響区間より上流）を対象に現地の河床の状況を把握した。
- 地点⑦のように、細粒分が表層の大部分を覆っている領域は局所的であり、また、ほとんどの区間で複列砂州領域の発生は認められない。

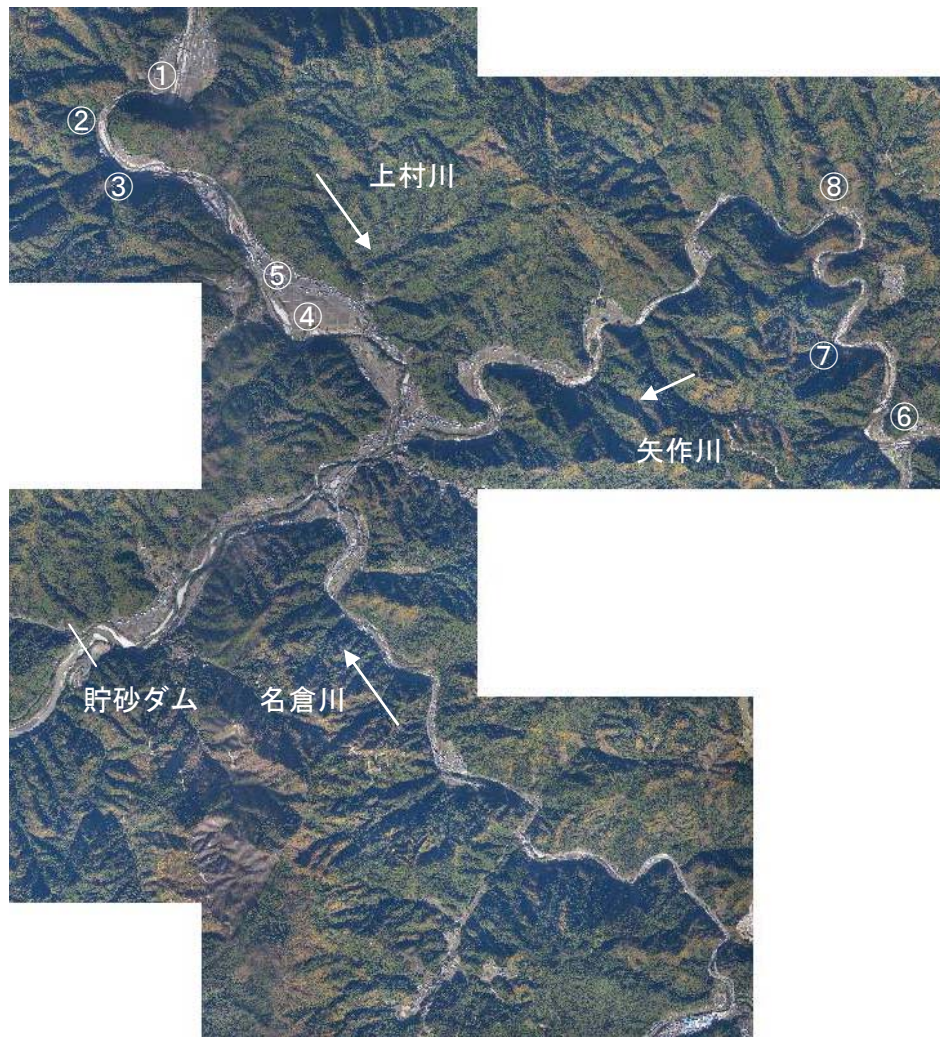


図 現地踏査地点（平成23年3月2日実施）



①：局所的に細粒分の堆積が見られる



②：細粒分はほとんど見られない



③：細粒分はほとんど見られない



④：局所的に細粒分の堆積が見られる



⑤：細粒分はほとんど見られない



⑥：細粒分はほとんど見られない



⑦：細粒分の堆積が顕著である



⑧：細粒分はほとんど見られない

2.1 ダム領域（山地河道領域）の課題の抽出

- 矢作ダム上流区間を対象として、線格子法による河床材料調査が平成21年度に実施されている。
- 表層の河床材料は数十cm～1m程度であり、細粒分が主体とはなっていない。
- この傾向は矢作ダム下流の傾向と同じである。

【矢作ダム上流区間の河床材料調査結果】

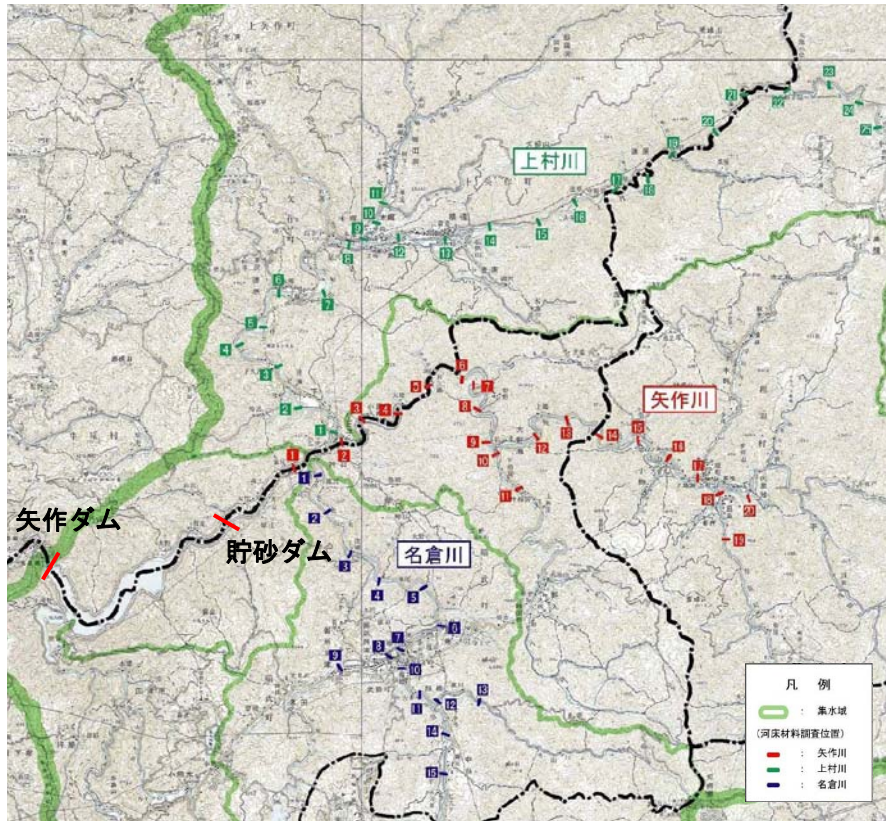


図 調査地点位置図

表 河床材料調査結果(D60、線格子法)

調査地点	矢作川		上村川		名倉川	
	本川	支川	本川	支川	本川	支川
1	650		470		770	
2	560		1,090		1,080	
3	800		680		620	
4	1,050		1,090		540	
5	1,070		520		620	
6	800		490		750	
7	1,030		750		390	
8	1,010		1,000			190
9	500		350			250
10		190		460	260	
11		240		550	270	
12	600		760			200
13	460		600			210
14	1,030		710		460	
15	800		400		470	
16	1,060		560			
17	1,090		680			
18	1,010		1,060			
19	1,010		1,030			
20	1,080		220			
21			780			
22			1,080			
23			500			
24			1,050			
25			670			

単位: mm

【越戸ダム～矢作ダムの河床材料調査結果】

表 河床材料調査結果(D60、容積サンプリング法)

距離 (km)	44	51	52	59	62	66	69	70	72	74
D60 (mm)	48	62	38	37	58	15	65	59	62	40

調査手法の違いにより、矢作ダム上流区間は河床表層、矢作ダム下流区間は、河床表層を30cm以上除去した位置を対象とした河床材料調査結果であるものの、いずれの区間も礫床となっている。

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

2.2 ダム領域（山地河道領域）の土砂管理目標（案）

- 矢作ダム建設前後の航空写真の比較結果、及び矢作ダム上流区間における現地状況の調査結果より、ダム領域（山地河道区間）はダム建設前より礫床区間であると推察される。
- 以上より、ダム領域（山地河道領域）における土砂管理目標は、現在の礫床環境の維持とすることが妥当と考えられる。
- 局所的に存在する砂州の消失区間に関する土砂管理目標は今後の検討課題とする。

調査項目	調査結果
矢作ダム建設前後における航空写真の比較	矢作ダム建設前後に河床形態が変化した区間は限定的であり、概ね礫床区間である。
矢作ダム上流区間における現地状況の把握	細粒分が表層の大部分を覆っている領域は局所的であり、概ね礫床区間である。
矢作ダム上流域における河床材料調査結果	河床表層の河床材料は礫成分が主体となっている。

ダム領域（山地河道領域）は、矢作ダム建設前にも大半の区間で礫河床を形成していたと考えられることから、現在の礫床環境の維持を土砂管理目標とする。



3.環境影響の評価と保全対策について

3.1 矢作川全体の環境評価方針

3.2 ダム領域の環境評価と保全対策

3.3 河川領域の環境評価と保全対策

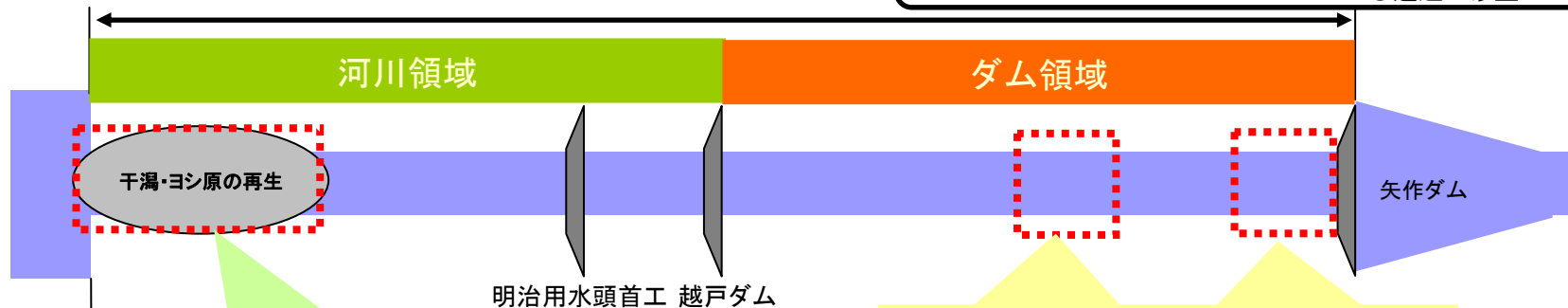
3.1(1) 矢作川全体の環境評価方針

- 矢作川全体の環境評価は、長期的かつ全区間的な評価が必要であることから、一次元河床変動計算により行うこととする。
- ただし、排砂の影響が大きい箇所、自然再生を目標とする箇所(干潟・ヨシ原の再生区間)については、詳細な解析モデルにより影響評価を行い、一次元河床変動計算による評価結果を更新するものとする。

一次元河床変動計算による評価を基本

右記を指標に排砂が生物に与える影響(方向性)について定性的に評価

- 河床高
- 河床材料(砂分比率)
- 通過土砂量



土砂管理目標の設定で対象としている干潟・ヨシ原再生区間を対象に、植生消長を考慮した平面二次元河床変動計算モデル、簡易手法による植生消長モデル等による評価が考えられる
 これにより、干潟・ヨシ原の回復の達成率(回復の所要年数)の精査が可能となる

矢作ダムからの排出後に、土砂の堆積が顕著な箇所を対象に区間を限定し、平面二次元河床変動計算モデルによる評価を実施する
 これにより、排砂実施後のハビタットへの詳細な影響評価が可能となる
 矢作ダム排砂地点直下流区間は本年度構築済み
 上記以外の区間については、置き土、覆砂実験実施箇所等での実施が考えられる

表 一次元河床変動計算による干潟回復の達成率算定結果

河川領域シナリオ I-4				
	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	14.8	13.5	16.1
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	5.3	4.2	6.7
礫	0.0	0.2	0.0	0.1

必要堆積厚 (m)	堆積高 (m)			達成率 (%)		
	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後
0.93	0.22	0.45	0.68	22%	47%	72%

河川領域シナリオ II-2				
	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.4	13.5	13.3
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	3.9
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

必要堆積厚 (m)	堆積高 (m)			達成率 (%)		
	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後
0.93	0.23	0.45	0.67	23%	47%	72%

: 30%以上
 : 50%以上
 : 100%以上

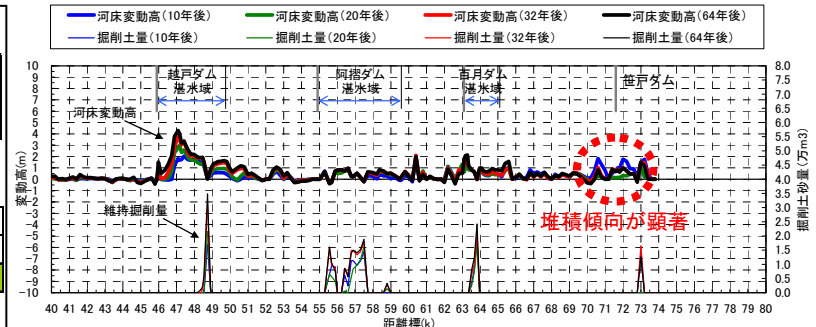


図 一次元河床変動計算結果(ダム領域シナリオ2-2-1)

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価方針

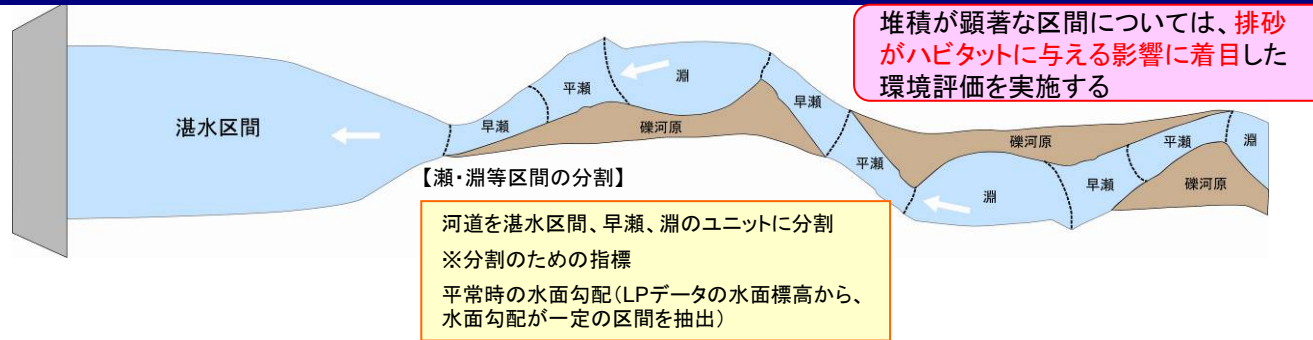


表 瀬と淵の特徴

水深	深い	浅い	浅い
水面	波立たない	しわのような波	白波が立つ
流速	緩い	速い	もっとも速い
底質	砂	沈み石	浮き石
河床型	淵	平瀬	早瀬
		瀬	

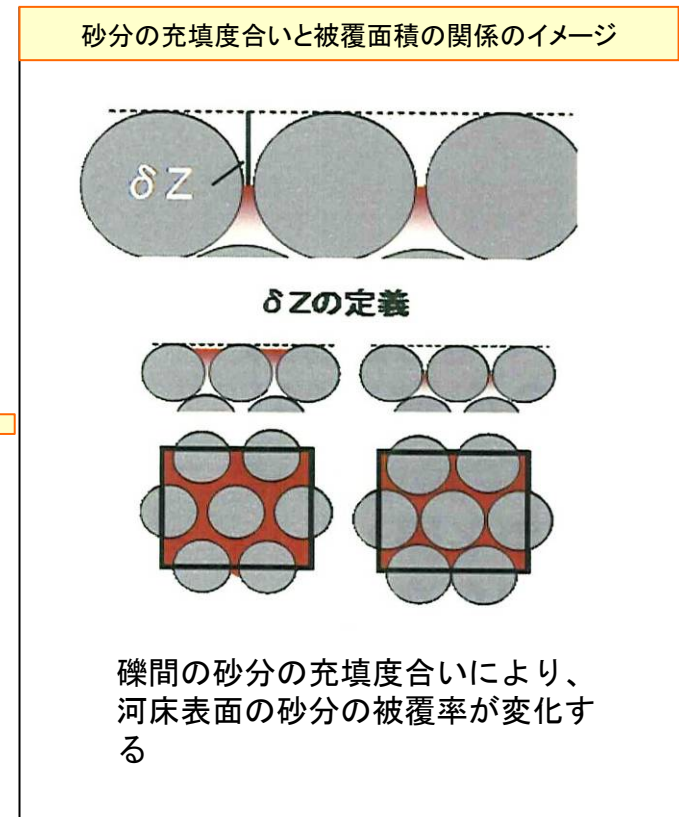
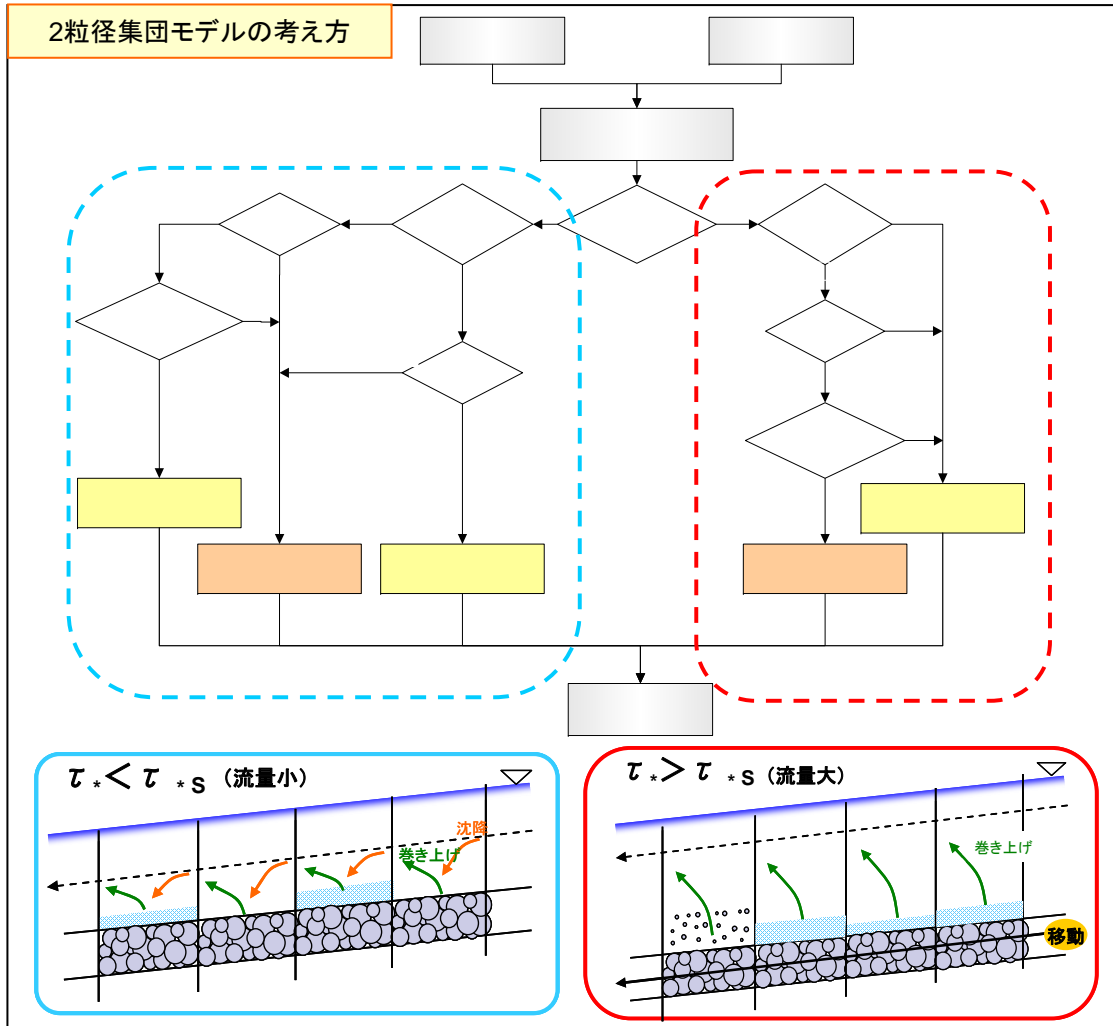
出典：河川生態環境工学、玉井、水野、中村、1993

	湛水区間	河川区間		陸域(主に湾曲内側)
		水域		
		瀬(早瀬・平瀬)	淵	
想定される影響	<p>湛水区間では、表層の河床材料は砂分が主体であることから、河床材料の変化による影響はないと考えられる。</p> <p>また、水深は十分に浅いことから、堆積による水深の減少による影響はないと考えられる。</p>	<p>瀬では、表層の河床材料は礫分が主体であることから、排砂により以下の影響が想定される。</p> <p>① 礫間への砂の充填による生物生息環境の変化</p> <p>② 排砂の増加に伴う生産力の低下</p>	<p>淵では、矢作ダム排砂前から砂分が堆積していることから、河床材料の変化による影響はないと考えられる。</p> <p>一方、河道形状の観点からは、以下の影響が想定される。</p> <p>① 淵の埋没による水深の低下、流速の増大等の生物生息環境の変化</p>	<p>陸域では、主に湾曲内側への砂分の堆積による植生の侵入、礫河原の減少が想定される。</p>
評価指標 ※2	評価は実施しない。	<p>①に対して「砂被覆度」および「WUA※1」</p> <p>②に対して「砂被覆度」</p>	<p>①に対して「堆積高」あるいは「WUA」</p>	<p>【洪水時】 草本類、木本類の流出状況(繁茂面積の減少率)</p> <p>【洪水後(平常時)】 裸地から草本類、木本類への遷移・拡大状況(繁茂面積の増加率)</p>

※1: WUA: Weighted Usable Area (利用可能面積)
 ※2: 排砂による影響が生じている期間、頻度、閾値などは、今後の重要な課題のひとつであり、次年度以降検討する。

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価方針 (2粒径集団に分けた河床変動計算モデルの考え方)

- 一般的な混合粒径モデルによる河床変動計算では、常に交換層内の土砂は交換され、混合した状態となっている。
- これに対し、2粒径集団に分けた河床変動計算モデルは、礫層は移動せず、細粒分※は移動する河床せん断力を閾値(τ_{*s})として、細粒土砂のみを対象として河床変動計算を行うものである。
- 一方、生物の生息には、表層の砂分被覆面積が影響を与えていると考えられることから、上記の2粒径集団に分けた河床変動計算に加え、礫間に充填された砂分の吸出しも考慮する必要がある。



河道流量の設定

両者を組み合わせることにより、排砂によるハビタットへの詳細な評価が可能となる

※：排砂バイパスの吸引土砂の代表粒径が2~3mm程度の粗砂であることから、粗砂と細粒粒径区分の境界値である4.8mmを境界とすることを想定。

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価方針（陸域化の可能性）

- 排砂を実施した場合、土砂の堆積により水面幅が狭まり、水深が深くなることで淵の形成が促進される可能性がある。
- 矢作ダムからの排砂後には、湾曲部内側への顕著な堆積により陸域化が進行すると考えられる。
- 陸域化の進行により、植生が進入しやすくなり、砂礫河原消失、樹林化等の可能性が考えられる。

<年間河床変動高>

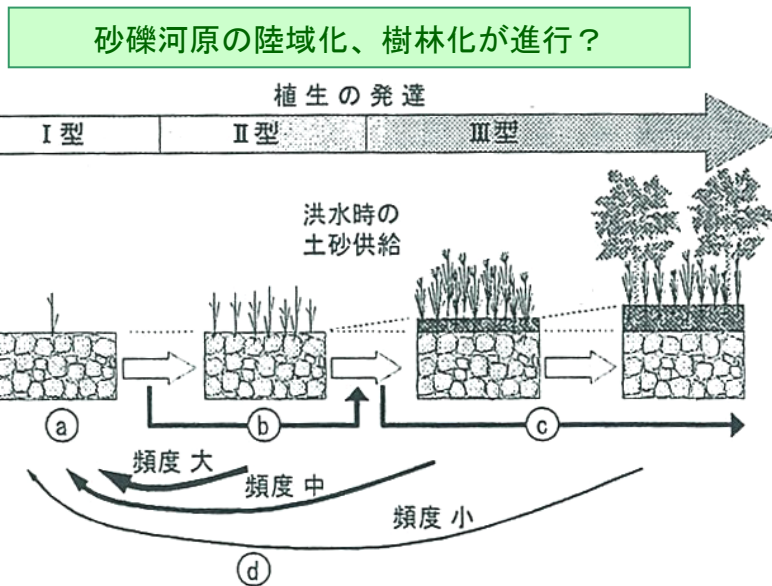
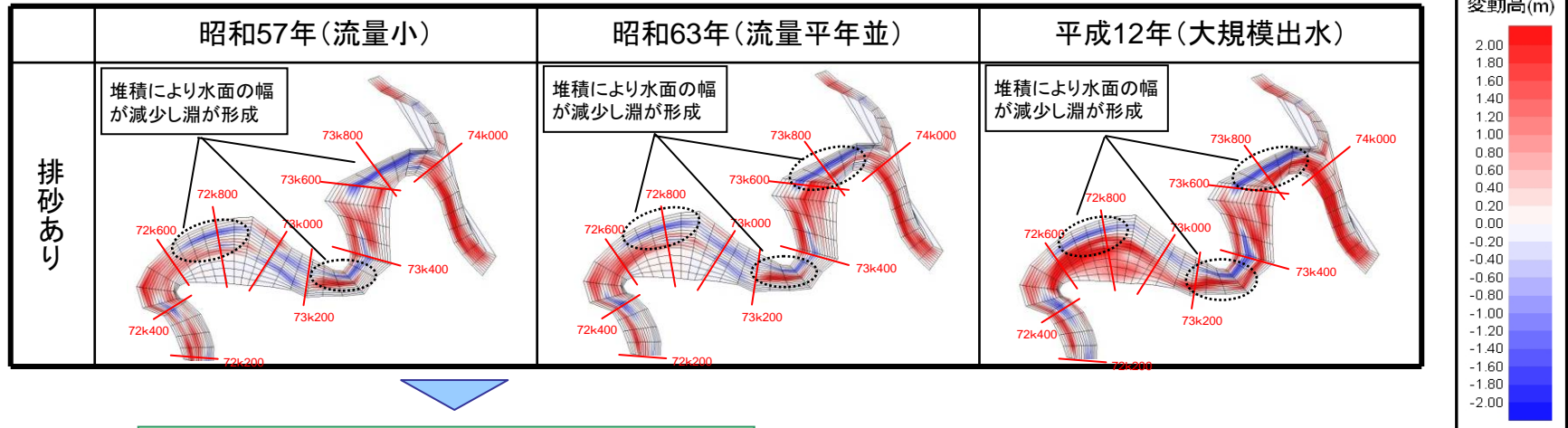


図 裸地→草本類→木本類への遷移のイメージ

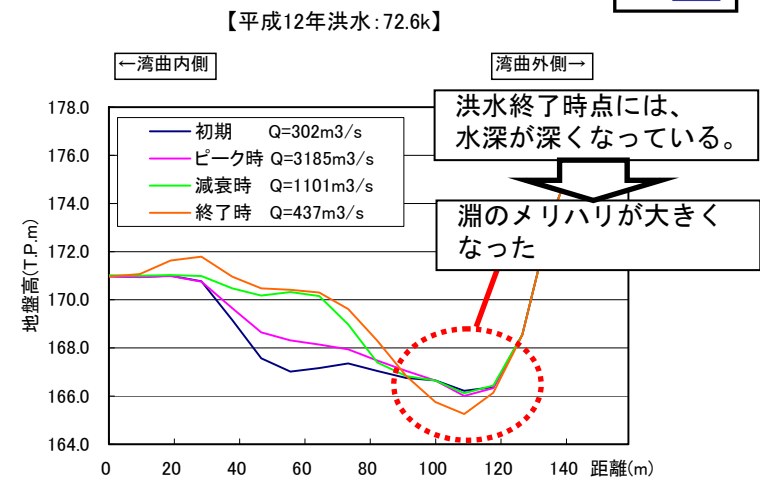
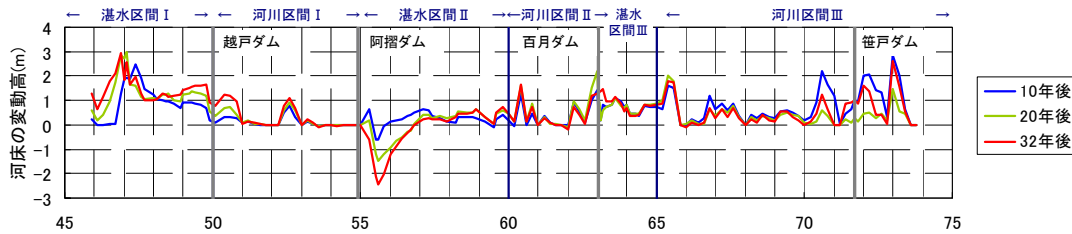


図 横断形状の時系列変化(平成12年洪水の例)

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価方針

- 矢作ダムからの排出後の土砂堆積が顕著な区間として72.8k~73.8kを対象に、平面二次元河床変動計算モデルを構築した。
- 一方、現行の平面二次元河床変動計算モデルでは、ハビタットへの影響を詳細に把握する上で、以下に示すような課題を有している。

○72.8k~73.8kの河床変動高(一次元河床変動計算結果)



一次元河床変動計算では、矢作ダムからの排砂実施後に堆積傾向となることが予測されるが、一律に堆積するかどうかは不明である。

平面二次元河床変動計算モデルの必要性

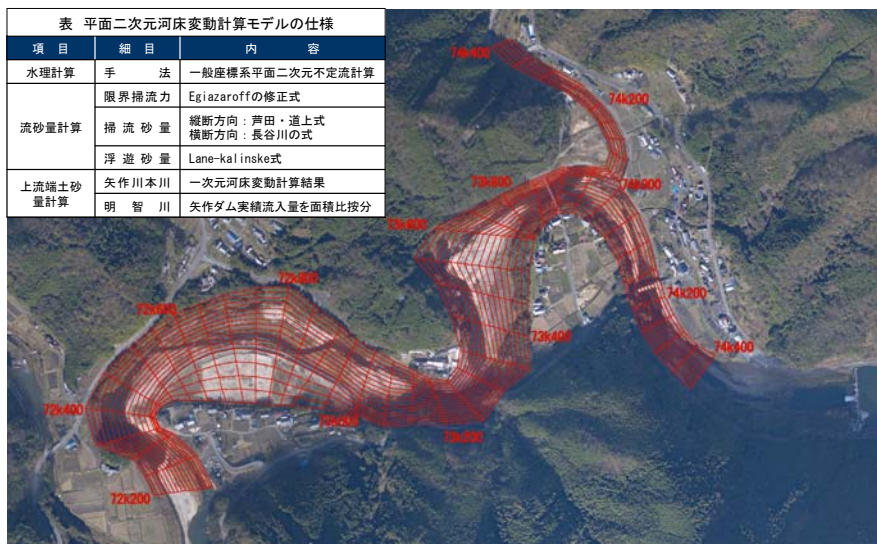
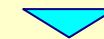


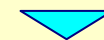
図 構築した平面二次元河床変動計算モデル

【現行の平面二次元河床変動計算モデルの課題】

①解の安定性を確保するため、100m³/s※以下の流量を対象にできていない。



出水後の100m³/s以下流況における排砂後の細粒化の解消の可能性、解消に要する時間が把握できない。

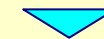


★対策

出水後に100m³/sを定常で長期間与えた場合の粒径の変化を予測する。

【今後の課題】

②河床材料の構成比は交換層の平均値を示しており、河床の表層の細粒分の堆積状況は考慮できていない。



砂分に依存する種の生息環境が的確に把握できていない。



★対策

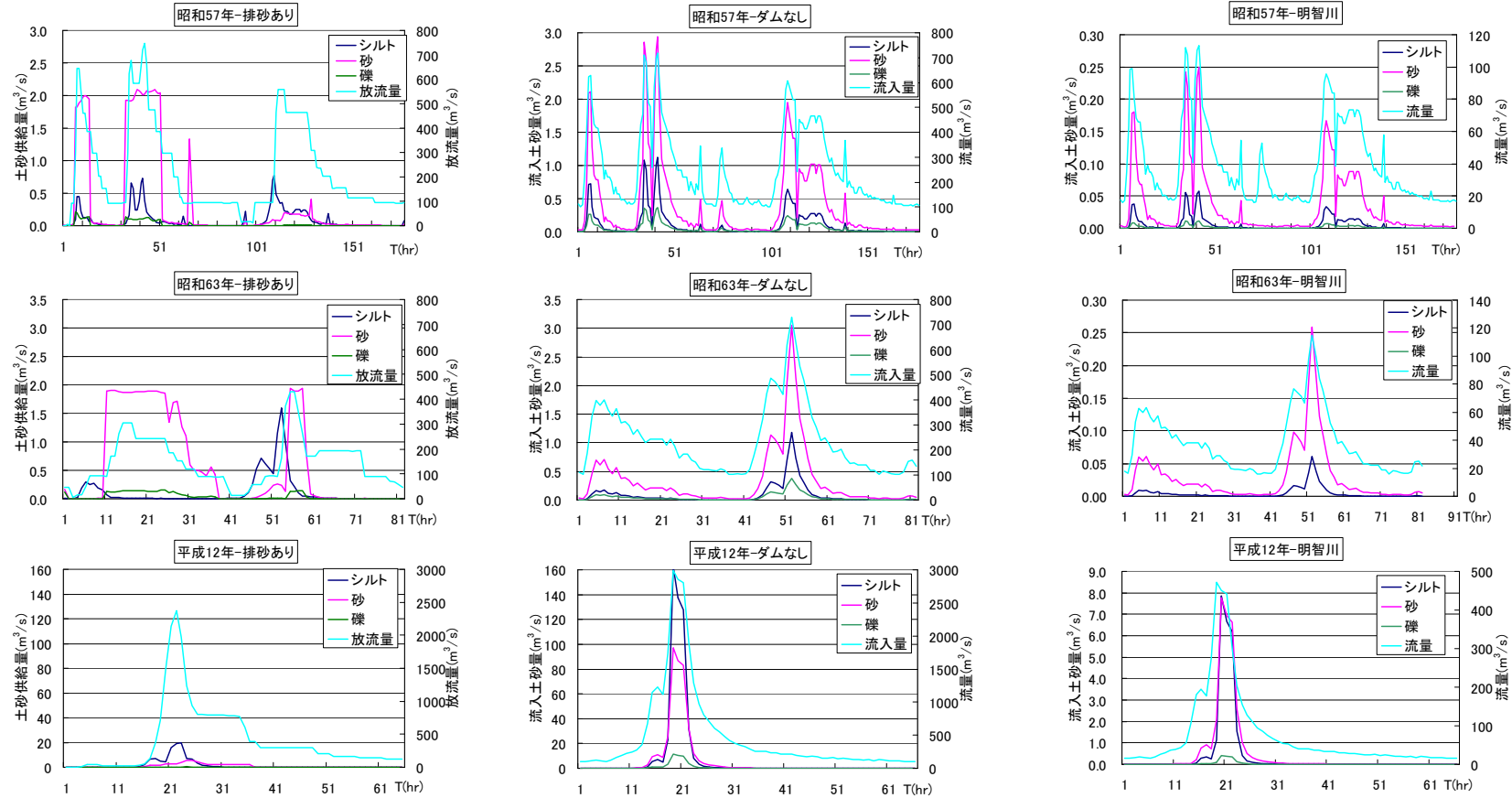
砂分と礫分を分離し、表層の砂分のみを移動を評価できるモデルを構築する。

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

※：年間56時間（平成15年～平成19年の平均値）生起する流量。

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（計算条件：1年間）

- ダム直下区間における平面2次元河床変動計算の計算条件を示す。
- 流量、土砂供給量ともに矢作ダムへの流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上の場合の流量、土砂ハイドログラフをつなぎ合わせたものである。



流量	本川	排砂あり	矢作ダムの放流量
		排砂なし	
		ダムなし	
	明智川	矢作ダムへの流入量をもとに矢作ダムと明智川の流域面積比により算出	

※流量は年間の主要洪水（ $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上）をつなぎあわせたもの

供給土砂量	本川	排砂あり	矢作ダム貯水池計算モデルにより計算した排砂量
		排砂なし	なし
		ダムなし	矢作ダム貯水池計算モデルにより計算した流入土砂量
	明智川	排砂あり	矢作ダムへの流入土砂量をもとに矢作ダムと明智川の流域面積比および崩壊地面積比より算出
		排砂なし	上流端における掃流力見合の流出土砂量
		ダムなし	矢作ダムへの流入土砂量をもとに矢作ダムと明智川の流域面積比および崩壊地面積比より算出

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1年後の河床変動高）

- 各計算ケースにおける1年後の河床変動高を示す。
- 瀬・淵区分は、航空レーザ測量より得られた水面標高および航空写真より設定した。
- 排砂なしの場合、他のケースに比べて73.5k付近の砂州部および、72.8k付近の湾曲内側における堆積量が少なくなるが、排砂あり、ダムなしの場合の堆積量には大きな差はない。

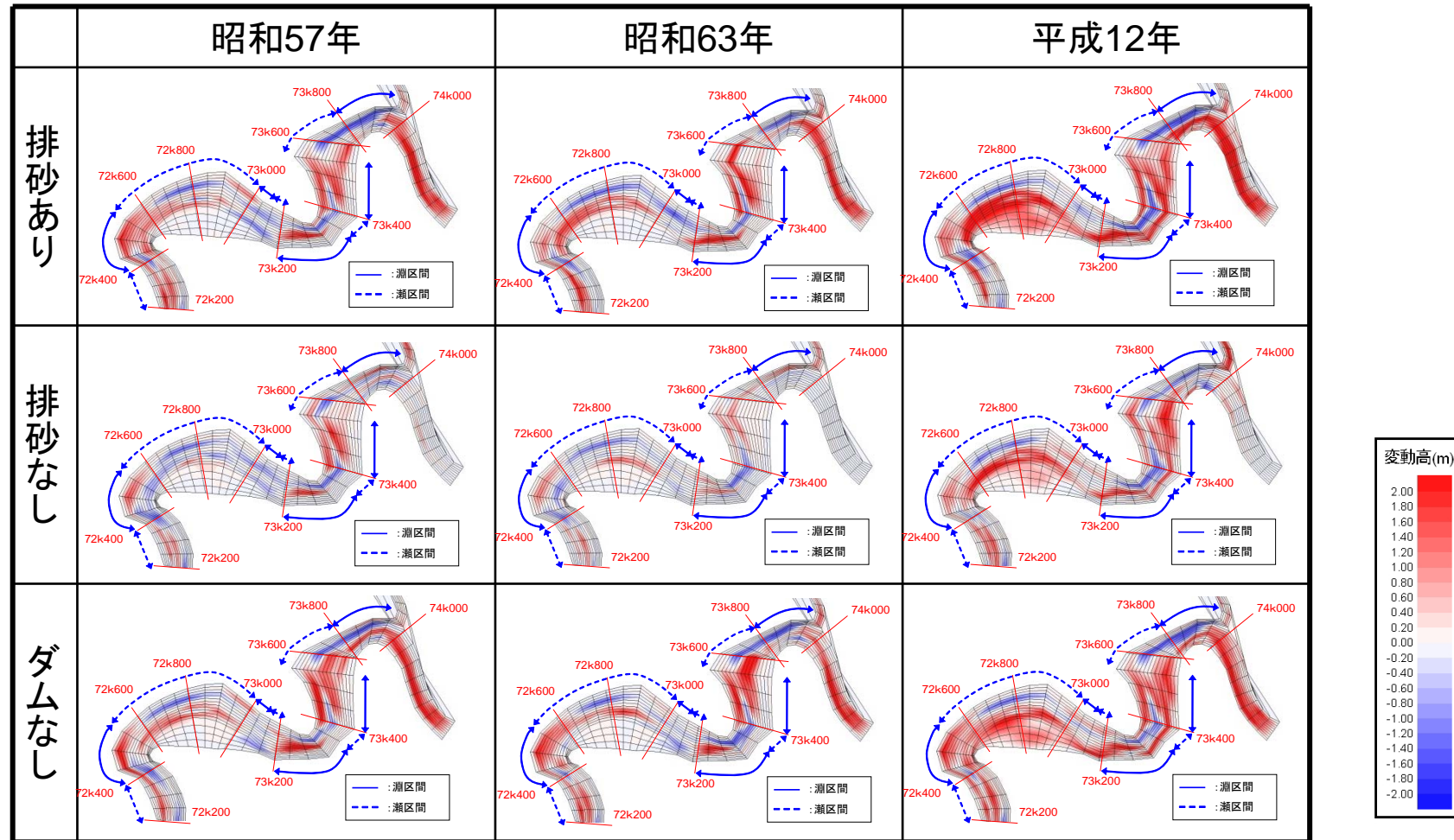
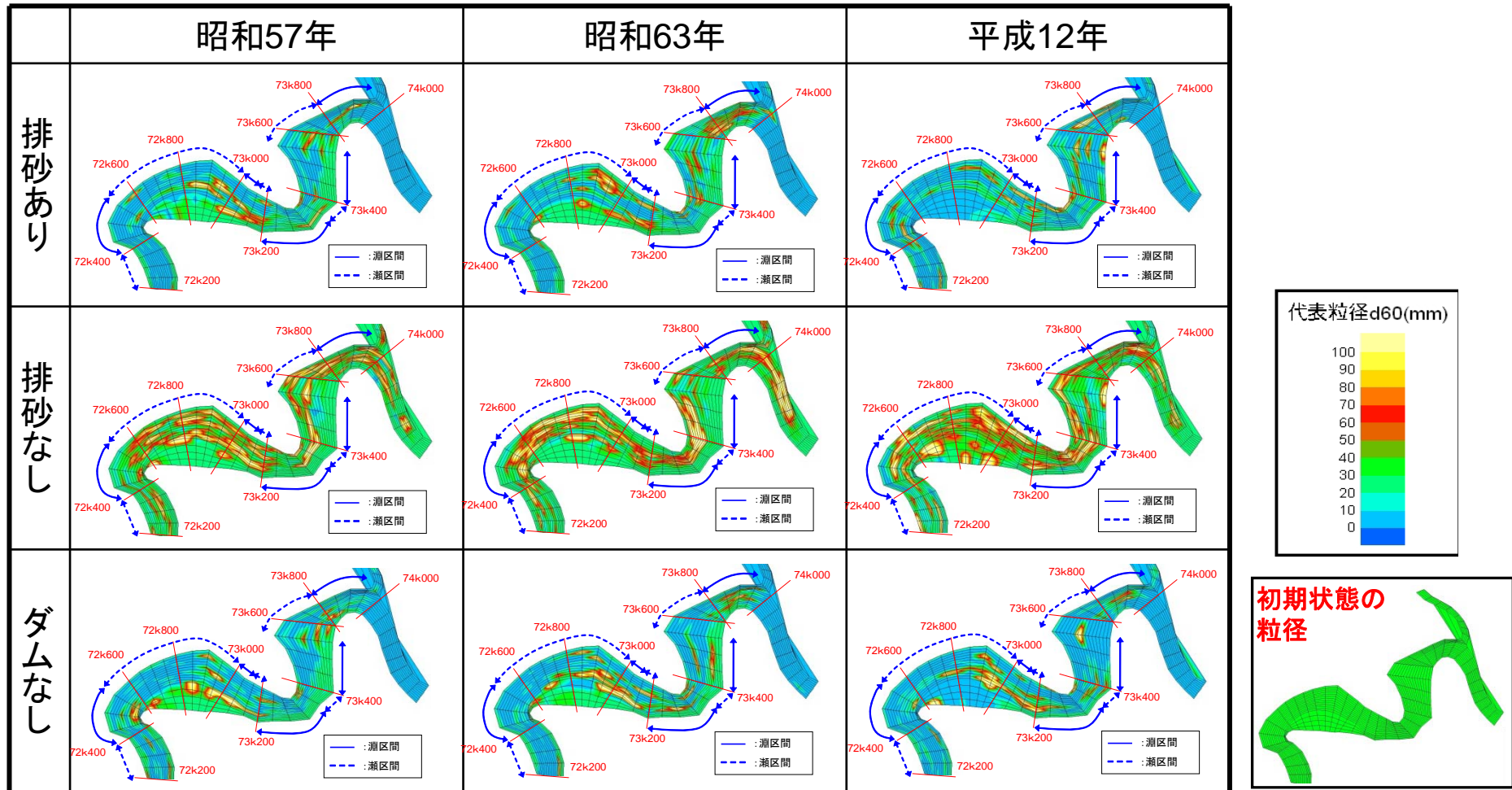


図 予測計算（1年）後の河床変動高

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1年後の代表粒径）

- 各計算ケースについて1年後の代表粒径の分布を示す。
- 代表的な瀬区間である松ヶ瀬地点(73k)においては、排砂あり、ダムなしにおいても礫河床の領域は維持される。
- 排砂を行わない場合は、砂分の供給量が少ないため、全区間において粗粒化傾向となる。



【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

図 予測計算（1年）後の代表粒径

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（計算条件：1洪水）

- 各年で1洪水を選定し、洪水中の河床変動高、代表粒径の時系列変化を整理した。
- 対象とした時点は、洪水の開始時、ピーク時、減衰時、終了時とした。
- ダムなしの場合は流入量の大きさに応じた供給土砂量となるが、排砂を実施した場合には、放流量の減衰時に土砂流出量のピークとなる場合がある。

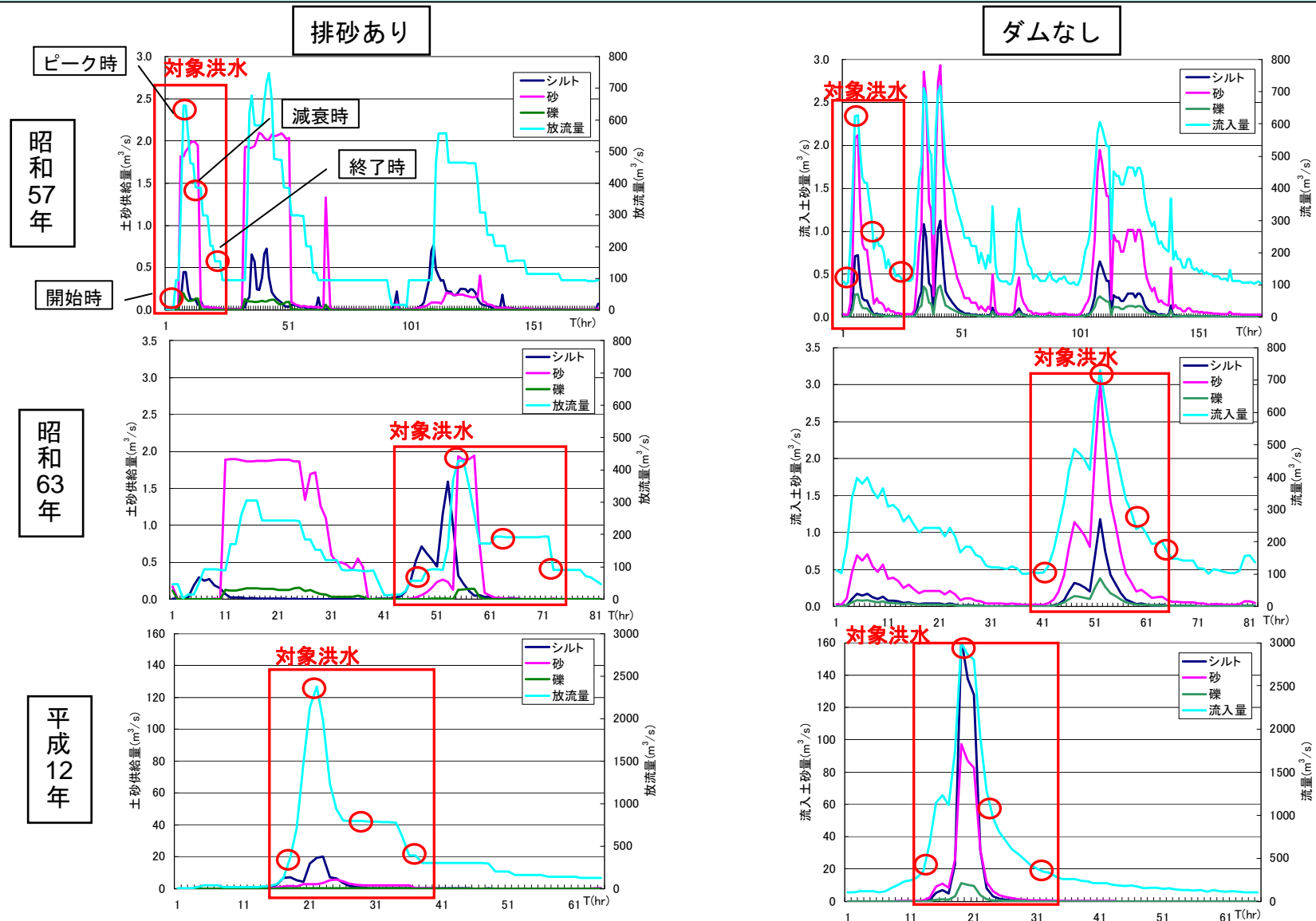


図 計算条件

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1洪水中の河床変動高）

- 昭和57年洪水を対象として、各計算ケースにおける洪水中の河床変動高の時系列変化を整理した。
- 排砂を実施した場合は排砂を実施しない場合に比べて減衰時から終了時にかけて堆積傾向となる。
- 排砂ありとダムなしを比較した場合、排砂のタイミングによりピーク時における河床変動高にわずかな差が生じるが、洪水終了時の河床変動高はほとんど同じである。

<昭和57年>

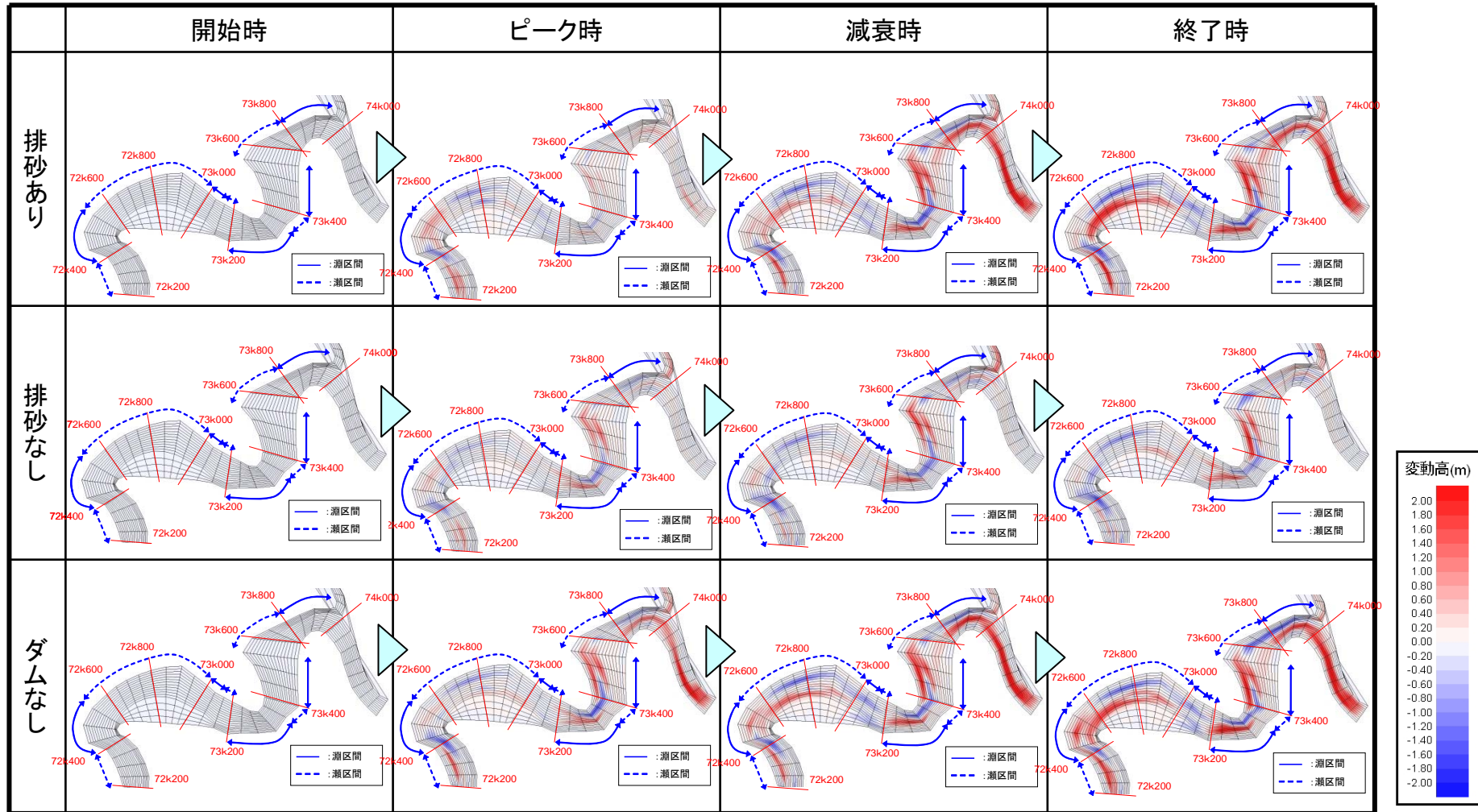


図 洪水中の河床変動高の時系列変化（昭和57年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1洪水中の河床変動高）

- 昭和63年洪水を対象として、各計算ケースにおける洪水時の河床変動高の時系列変化を整理した。
- 排砂を実施した場合、ダムなしの場合に比べて下流での堆積量が多く、洪水減衰時においても排砂量が多いことが原因と推察される。

＜昭和63年＞

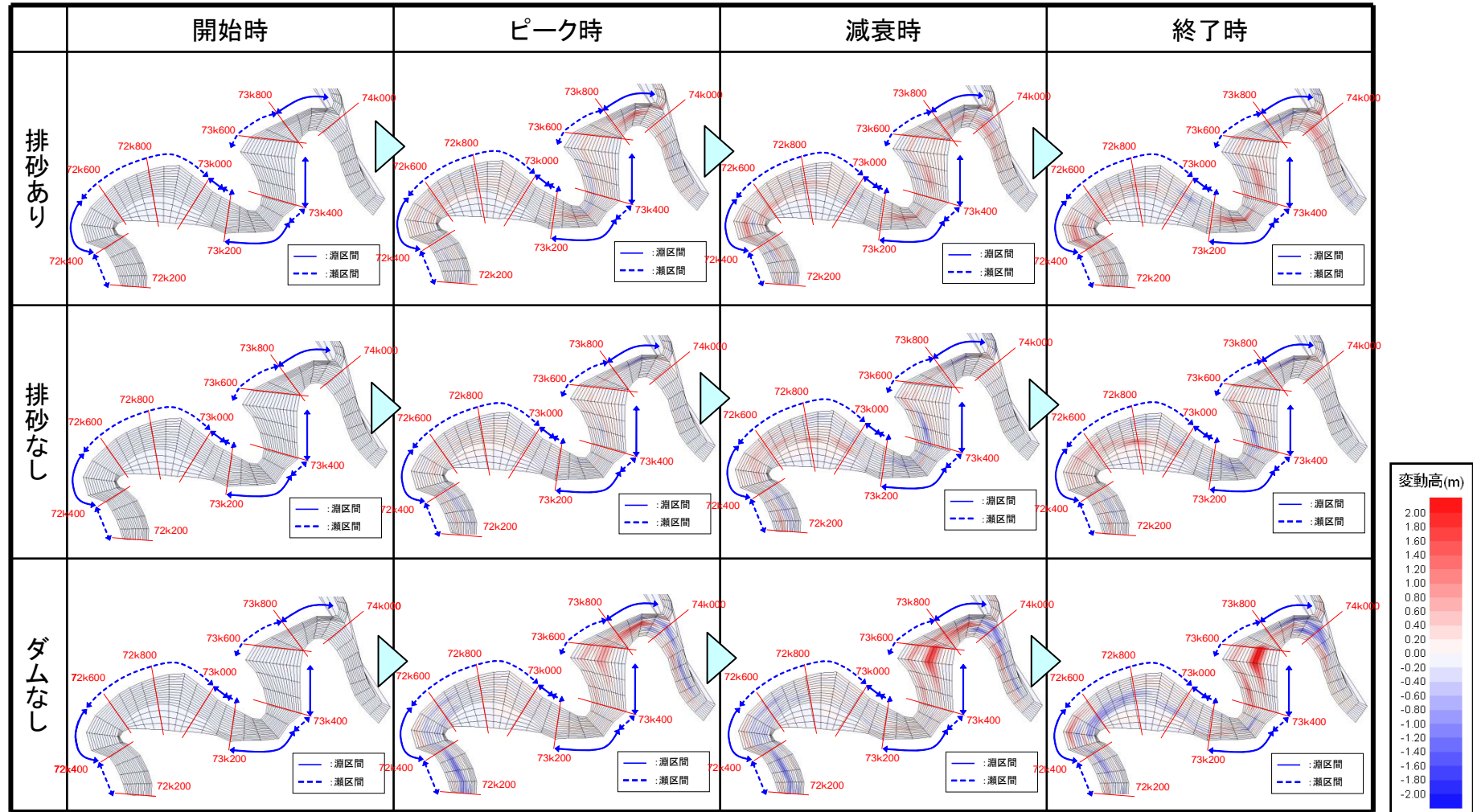


図 洪水中の河床変動高の時系列変化（昭和63年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1洪水中の河床変動高）

- 平成12年洪水を対象として、各計算ケースにおける洪水時の河床変動高の時系列変化を整理した。
- 平成12年洪水のような大規模流量時には、排砂ありとダムなしの場合の河床変動高に大きな差は見られず、排砂なしの場合においても下流の湾曲区間内側への堆積が顕著である。

<平成12年>

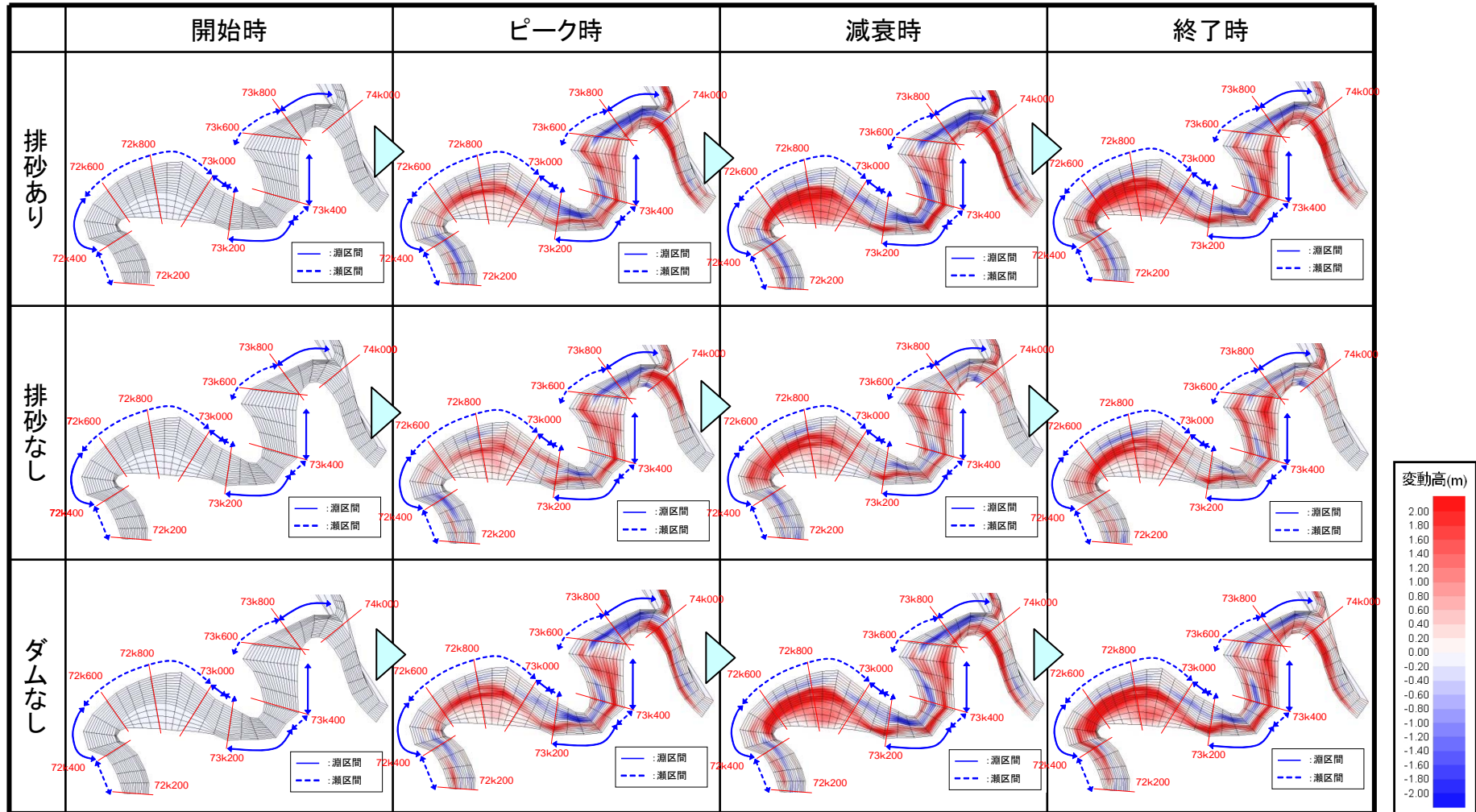


図 洪水中の河床変動高の時系列変化（平成12年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価 (1洪水中の代表粒径)

- 昭和57年洪水を対象として、各計算ケースにおける代表粒径の時系列変化を示す。
- すべての計算ケースで72.6~73.0kの瀬区間における礫河床の領域は維持される。

＜昭和57年＞

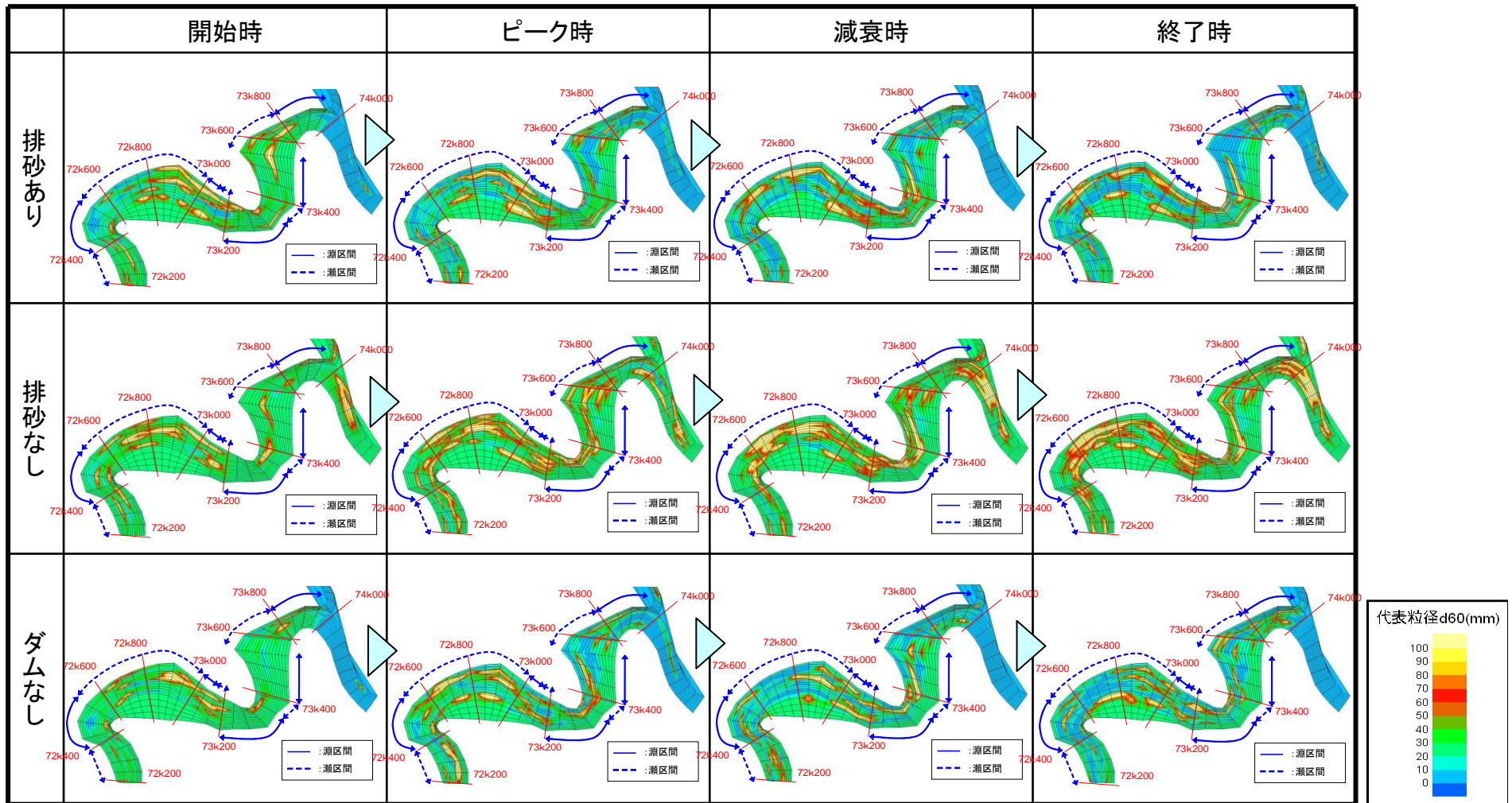


図 洪水中の代表粒径の時系列変化 (昭和57年)

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価 (1洪水中の代表粒径)

- 昭和63年洪水を対象として、各計算ケースにおける代表粒径の時系列変化を示す。
- 排砂ありの場合、他のケースと比べて72.6k~73.0kの瀬区間において細粒化傾向となるが、礫床が維持される区間も残る。

＜昭和63年＞

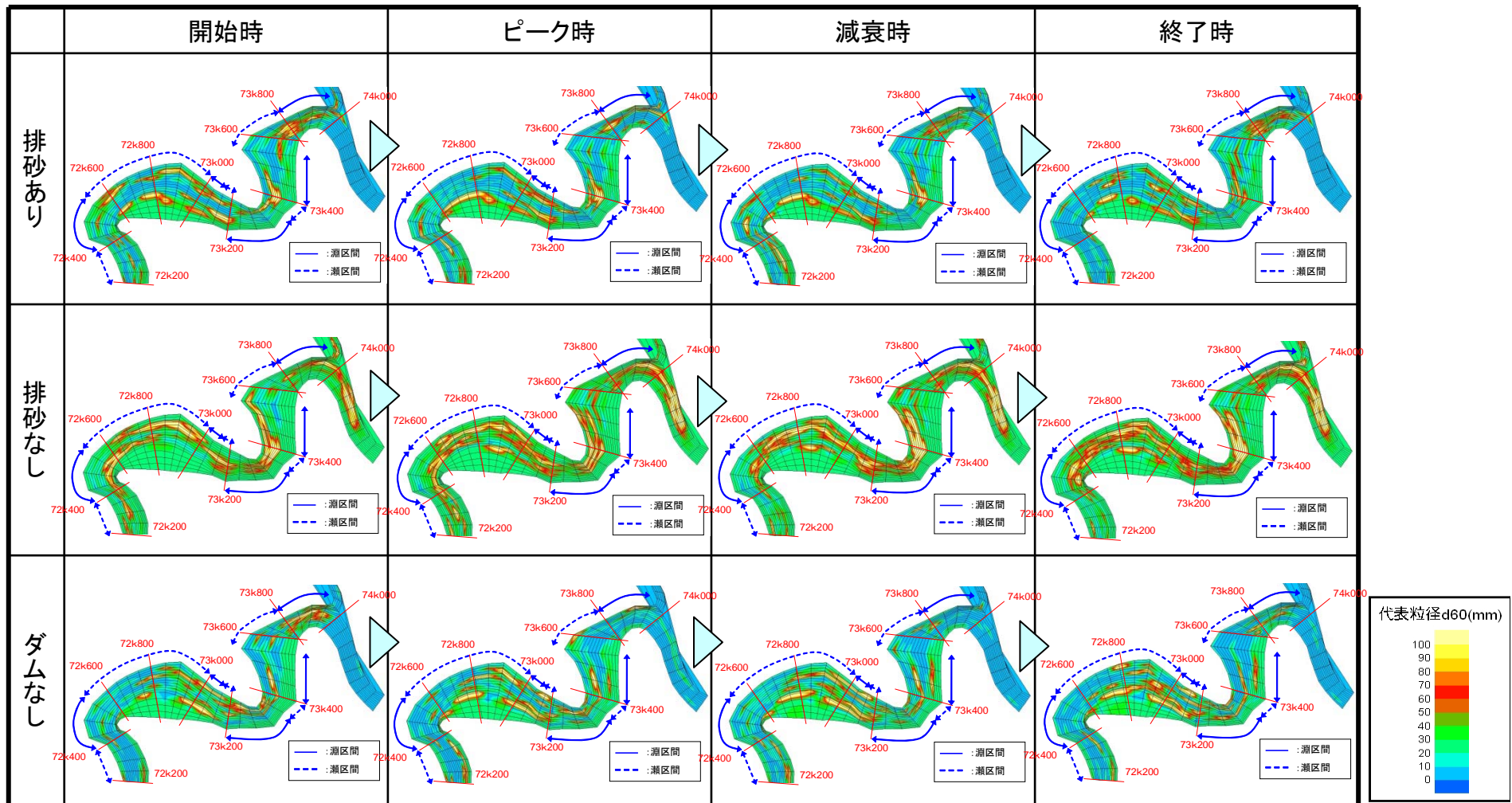


図 洪水中の代表粒径の時系列変化 (昭和63年洪水)

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1洪水中の代表粒径）

- 平成12年洪水を対象として、各計算ケースにおける代表粒径の時系列変化を示す。
- 平成12年洪水のような大規模流量時には、排砂あり、ダムなしの場合の代表粒径の分布に大きな差はなく、大半の領域が細粒分に覆われる。
- 排砂なしの場合、他の年と比較すると、72.6k～73.0kの瀬区間における粗粒化傾向が小さい。

＜平成12年＞

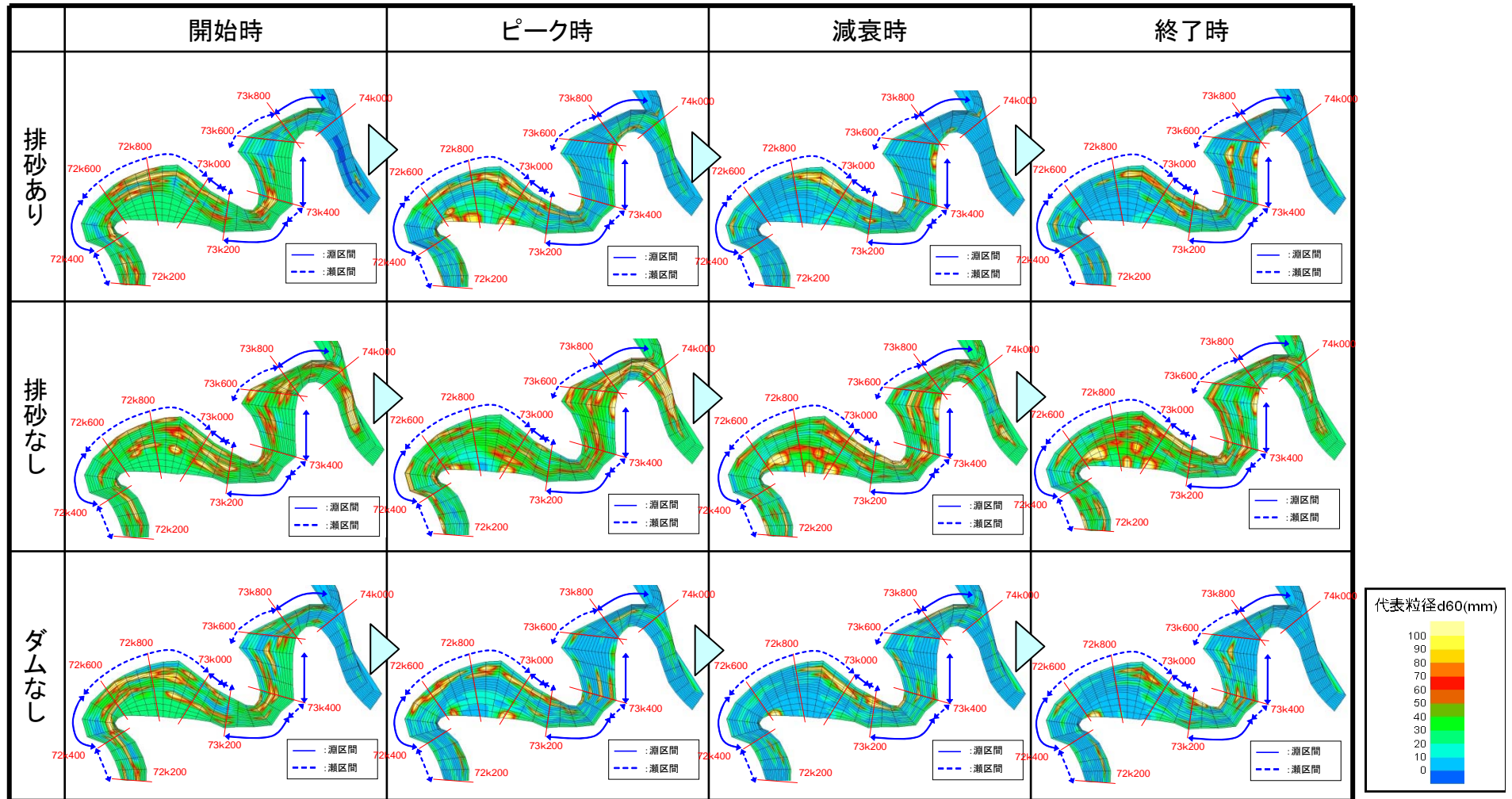


図 洪水中の代表粒径の時系列変化（平成12年洪水）

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（1洪水後の粒度構成比：松ヶ瀬）

- 各年の対象洪水終了後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合について、松ヶ瀬(72.85k)地点における粒度構成比の変化を示す。
- 洪水後概ね3日～5日程度で元の粒度構成比に近づく
- その後再び砂の割合が増加する場合があるが、これは上流に堆積した土砂が徐々に下流へ流出し、評価地点において再堆積するためと推察される。
- 砂分構成比率の増減と河床高の変動状況は概ね連動しており、河床変動には砂分の堆積の寄与度が大きいと推察される。

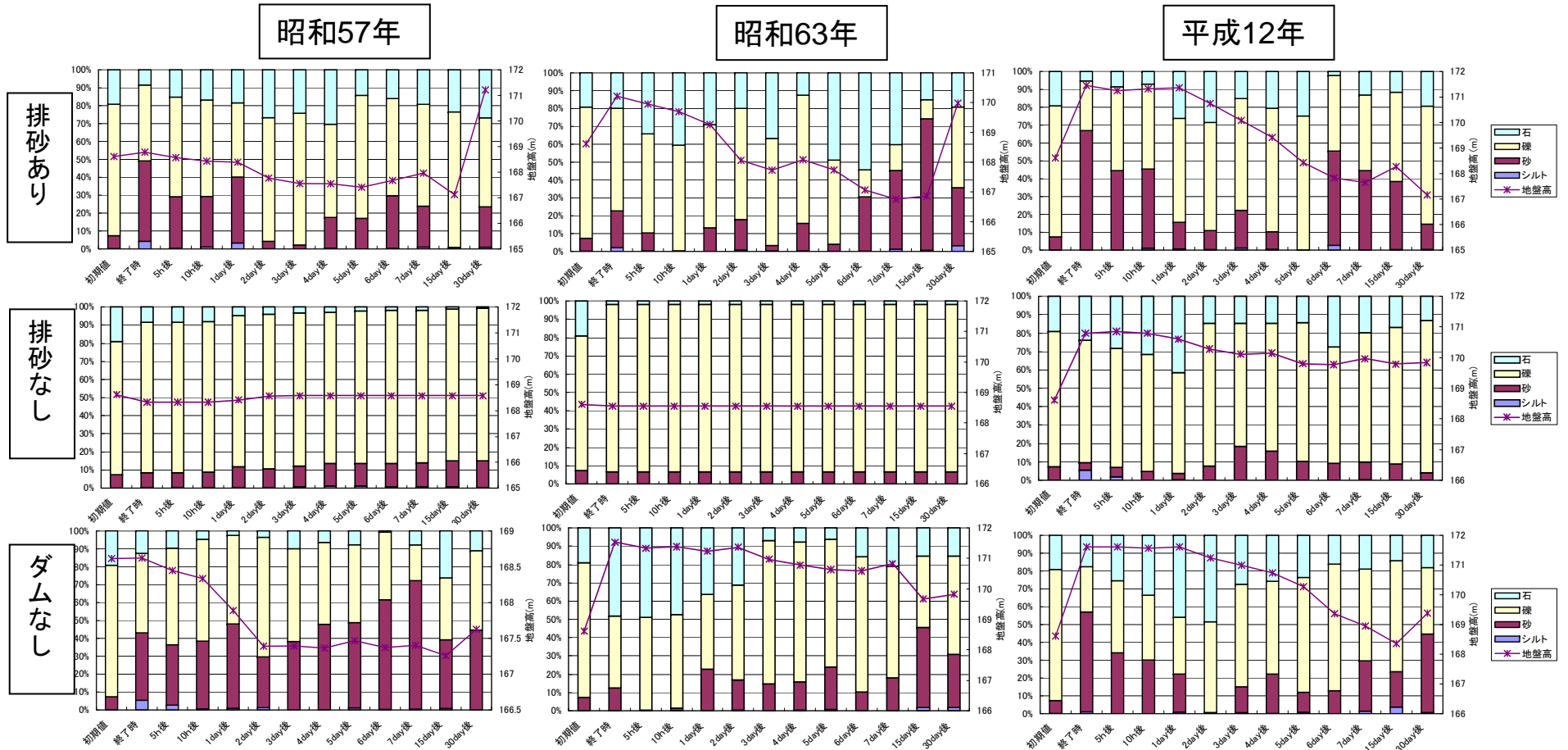


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の粒度構成比の変化（松ヶ瀬）

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価（横断形状の変化：松ヶ瀬）

- 各年の対象洪水終了後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合について、松ヶ瀬(72.85k)地点における横断形状の変化を示す。
 - 昭和57年排砂あり、および平成12年ダムなしでは、15日から30日にかけて土砂が再堆積する。
 - 平成12年排砂ありでは、湾曲区間内側に堆積した土砂が日数の経過に伴い流出する状況となる。
- 瀬では、出水により土砂が堆積しても、出水終了後に土砂が掃流され、堆積の影響が緩和される傾向にある

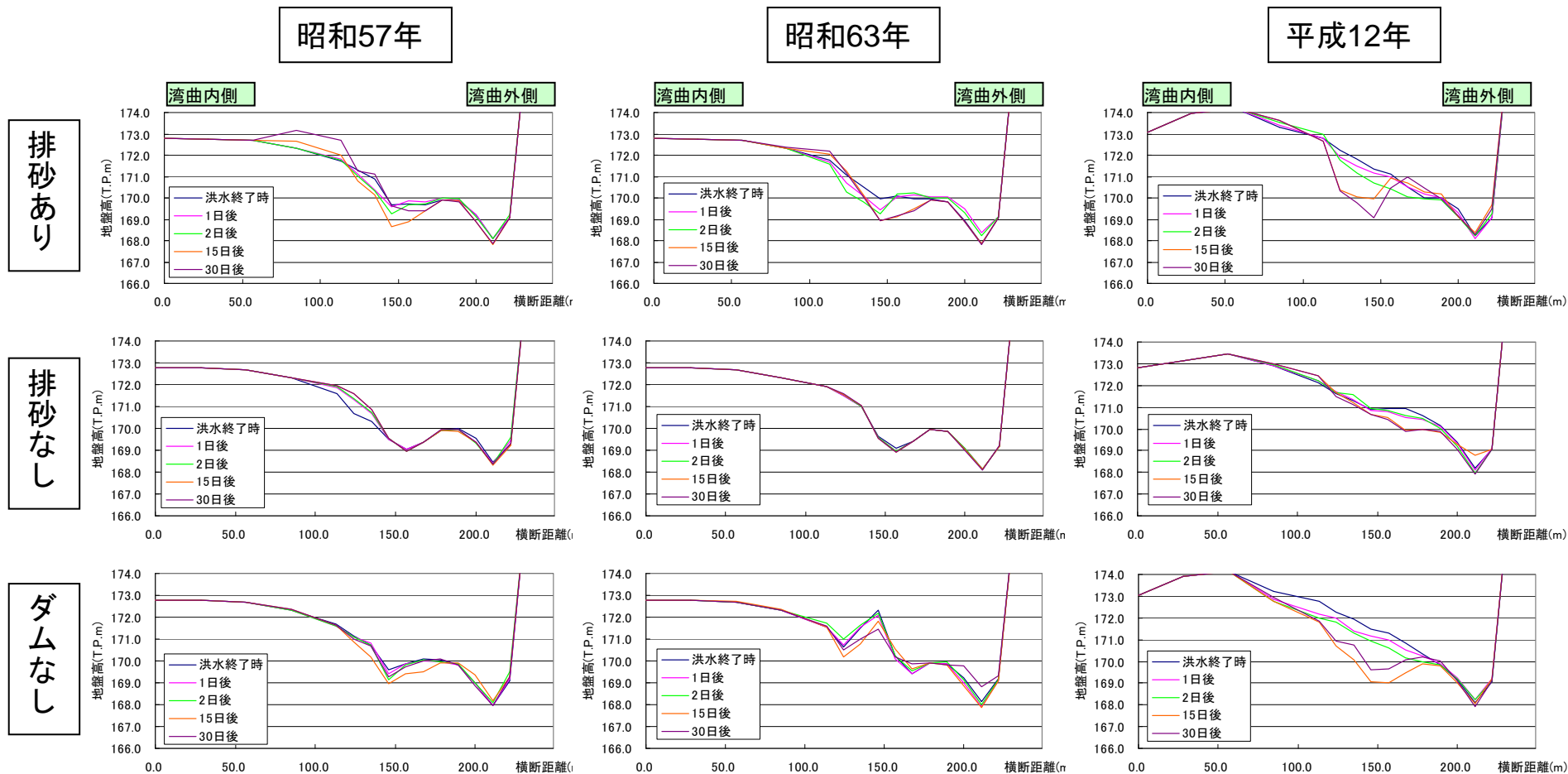


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の横断形状の変化(松ヶ瀬:72.85k)

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価 (1洪水後の粒度構成比：築淵)

- 各年の対象洪水終了後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合について、築淵(72.35k)地点における粒度構成比の変化を示す。
- 松ヶ瀬と比較すると砂分の割合が多いが、排砂なしの場合は砂分の供給量が少ないため松ヶ瀬と同様に粗粒化傾向が継続する。
- 排砂あり、ダムなしの場合には、砂分の割合が増減しているが、これは上流に堆積した土砂や隣接する領域からの土砂供給によるものと推察できる。
- 砂分構成比率の増減と河床高の変動状況は概ね連動しており、河床変動には砂分の堆積の寄与度が大きいと推察される。

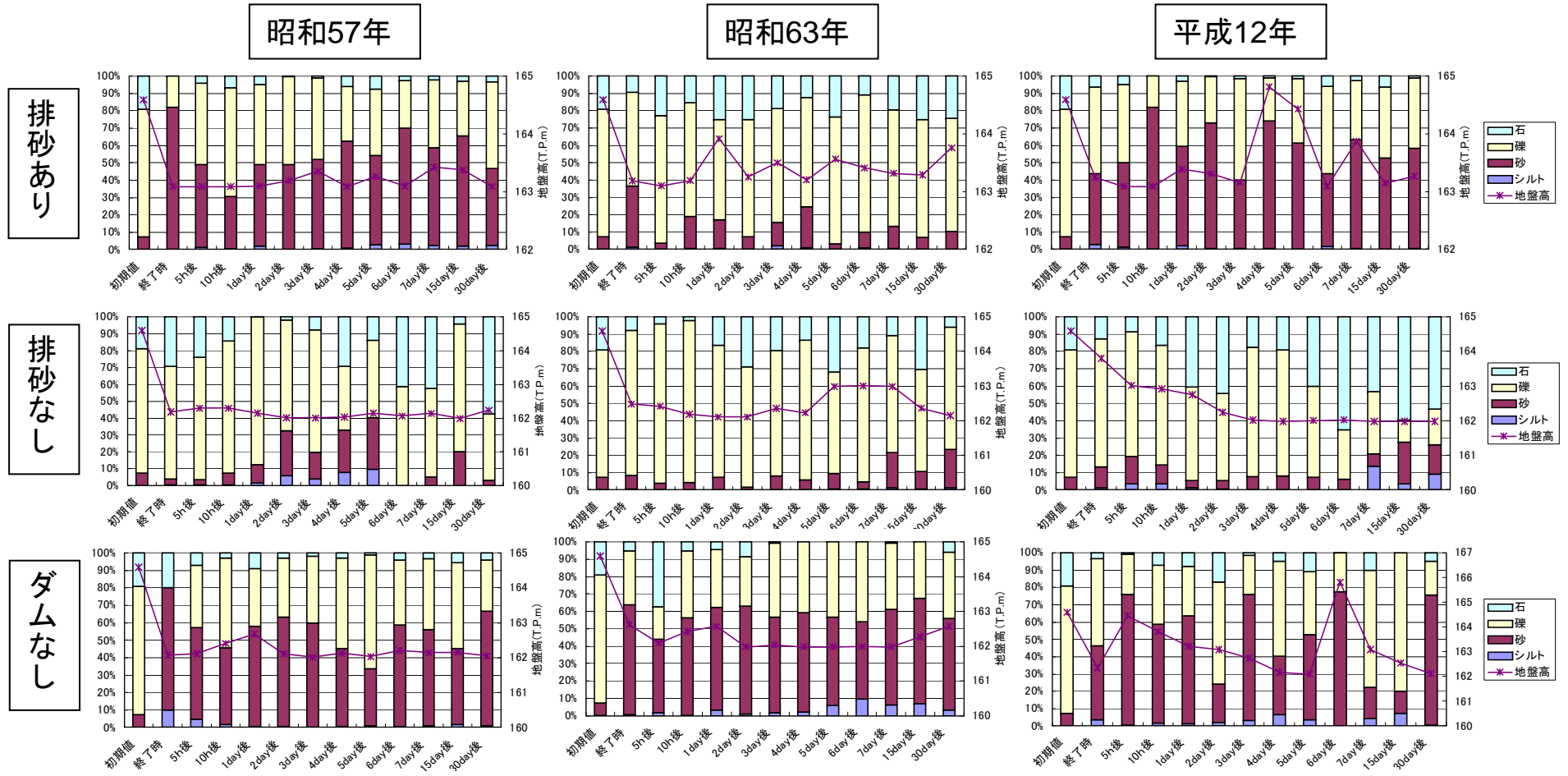


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の粒度構成比の変化(築淵)

【分類】	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石	巨石
【粒径】		0.075	0.25	0.85	2.00	4.8	19	75	300 (mm)

3.1 (2) 堆砂が顕著な区間における環境評価 (1洪水後の粒度構成比：築淵)

- 各年の対象洪水終了後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合について、築淵(72.35k)地点における横断形状の変化を示す。
 - 昭和57年ではすべてのケースで洪水後に再堆積が生じ、昭和63年では、排砂ありの場合にのみ再堆積が生じる。
 - 平成12年排砂ありの場合では、再堆積が生じ、排砂なしの場合は洗堀傾向となる。
- ⇒ 淵では、出水後も評価箇所上流部から再移動により供給される土砂が堆積するため、堆積傾向が継続する傾向にある(H12年排砂なしのケース除く)

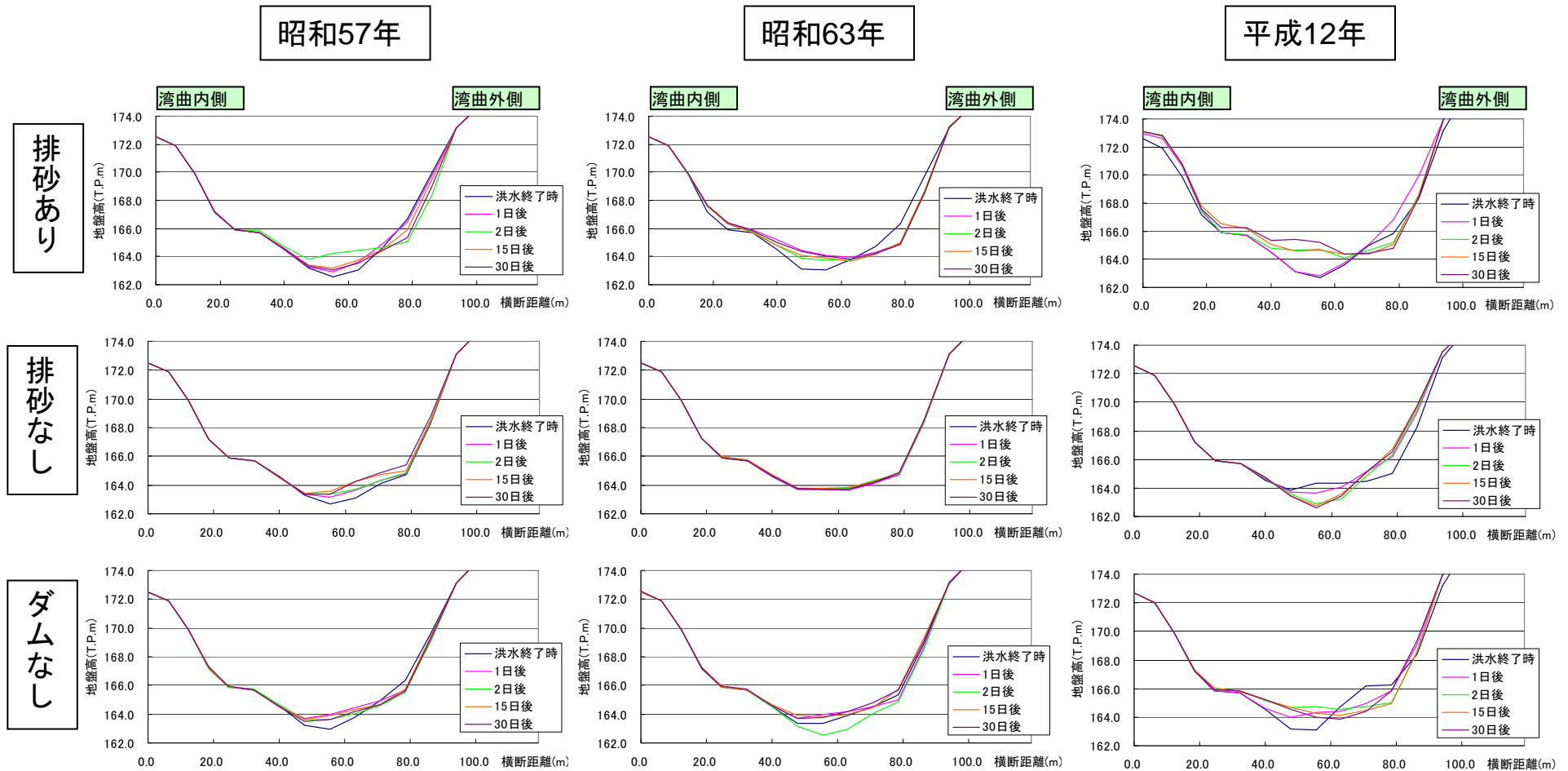


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の横断形状の変化(築淵:72.35k)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（河床変動高の洪水後の変化）

- 昭和57年洪水について、洪水後に $100\text{m}^3/\text{s}$ 一定の流量を長期間与えた場合の河床変動高の変化を示す。
- 排砂あり、ダムなしの場合には、ダム直下や72.8k地点の湾曲内側に堆積した土砂が、徐々に流出していくことが予測される。
- 排砂ありの場合、15日～30日後にかけて72.8k地点の湾曲内側で堆積傾向となっているが、この理由としてダム直下など上流で堆積した土砂が流出し、下流で再び堆積していると推察される。
- 72.6～73.0kの瀬区間の湾曲外側は常に洗堀傾向となっていることから、細粒分が堆積しにくくなっていると考えられる。

<昭和57年>

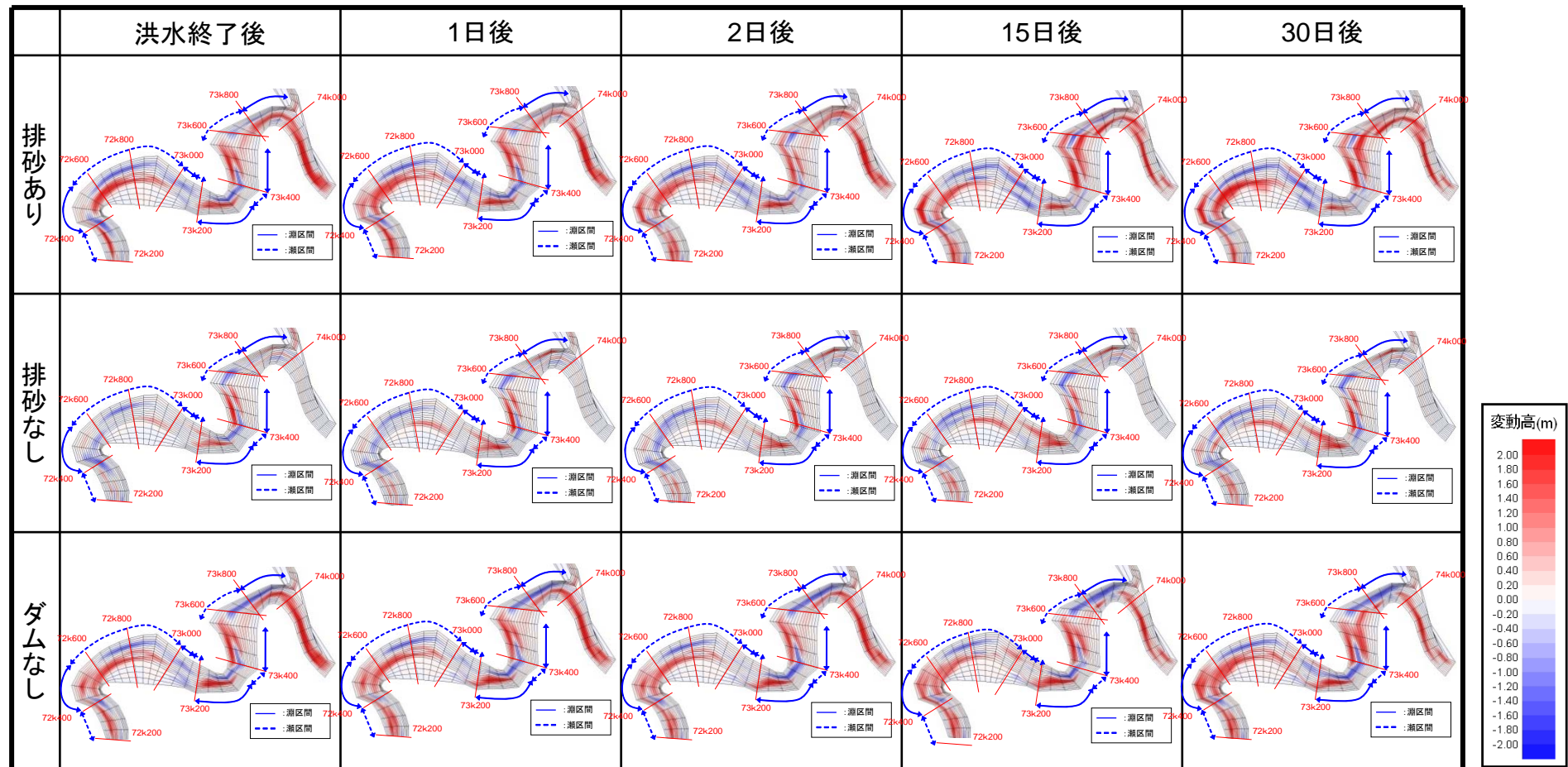


図 洪水後に $100\text{m}^3/\text{s}$ 一定の流量を与えた場合の河床変動高の変化（昭和57年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（河床変動高の洪水後の変化）

- 昭和63年洪水について、洪水後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合の河床変動高の変化を示す。
- 排砂あり、ダムなしの場合には、ダム直下や72.8k地点の湾曲内側に堆積した土砂が、徐々に流出していくことが予測される。
- 72.6~73.0kの瀬区間の湾曲外側は常に洗堀傾向となっていることから、細粒分が堆積しにくくなっていると考えられる。

<昭和63年>

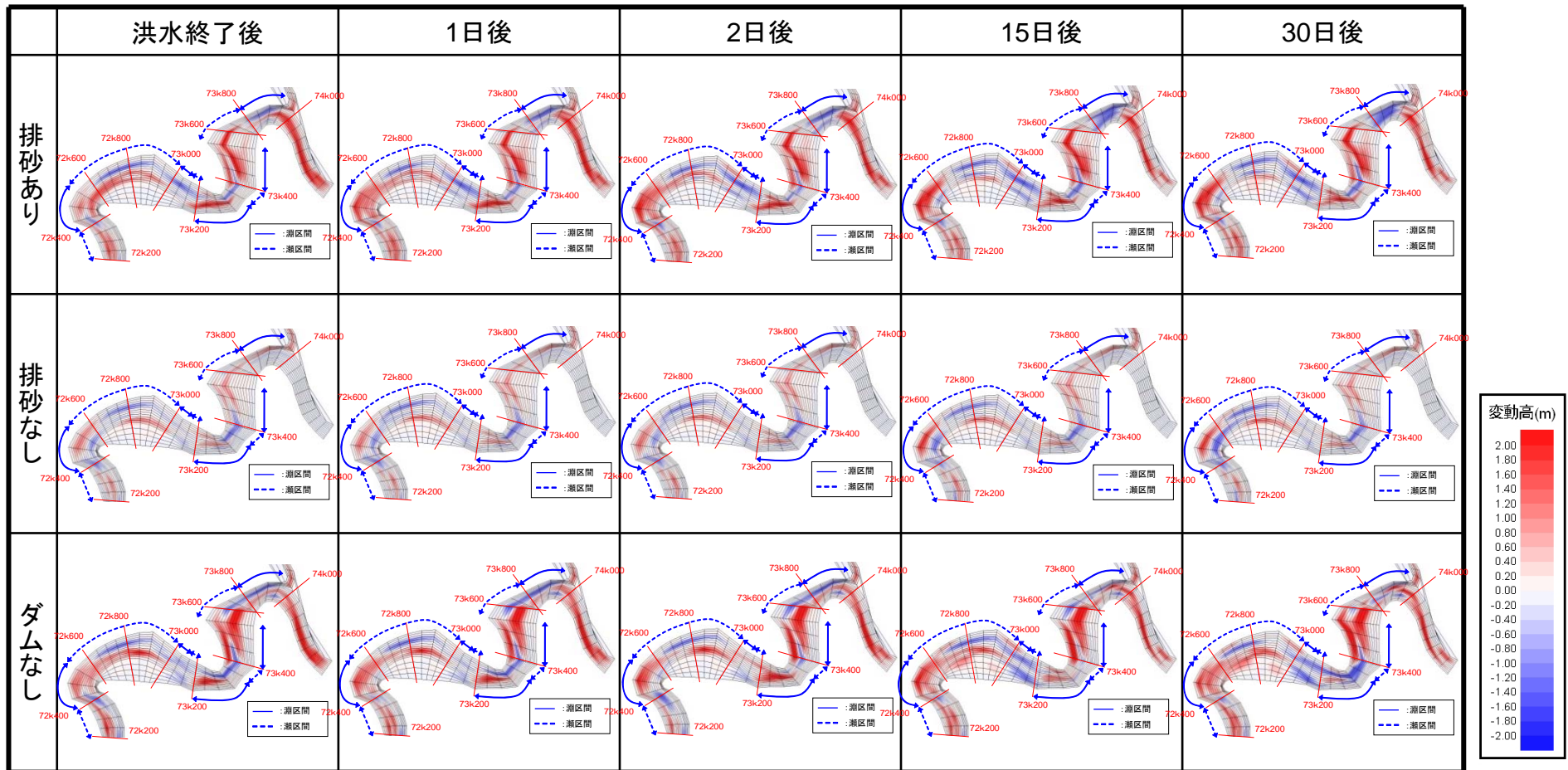


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の河床変動高の変化（昭和63年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（河床変動高の洪水後の変化）

- 平成12年洪水について、洪水後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合の河床変動高の変化を示す。
- 排砂あり、ダムなしの場合には、ダム直下や72.8k地点の湾曲内側に堆積した土砂が、徐々に流出していくことが予測される。
- ダムなしの場合、72.6~73.0kの瀬区間において15日後と30日後を比較すると、埋め戻しが確認できることから洪水後も河道に堆積した土砂等が流出していると推察される。

<平成12年>

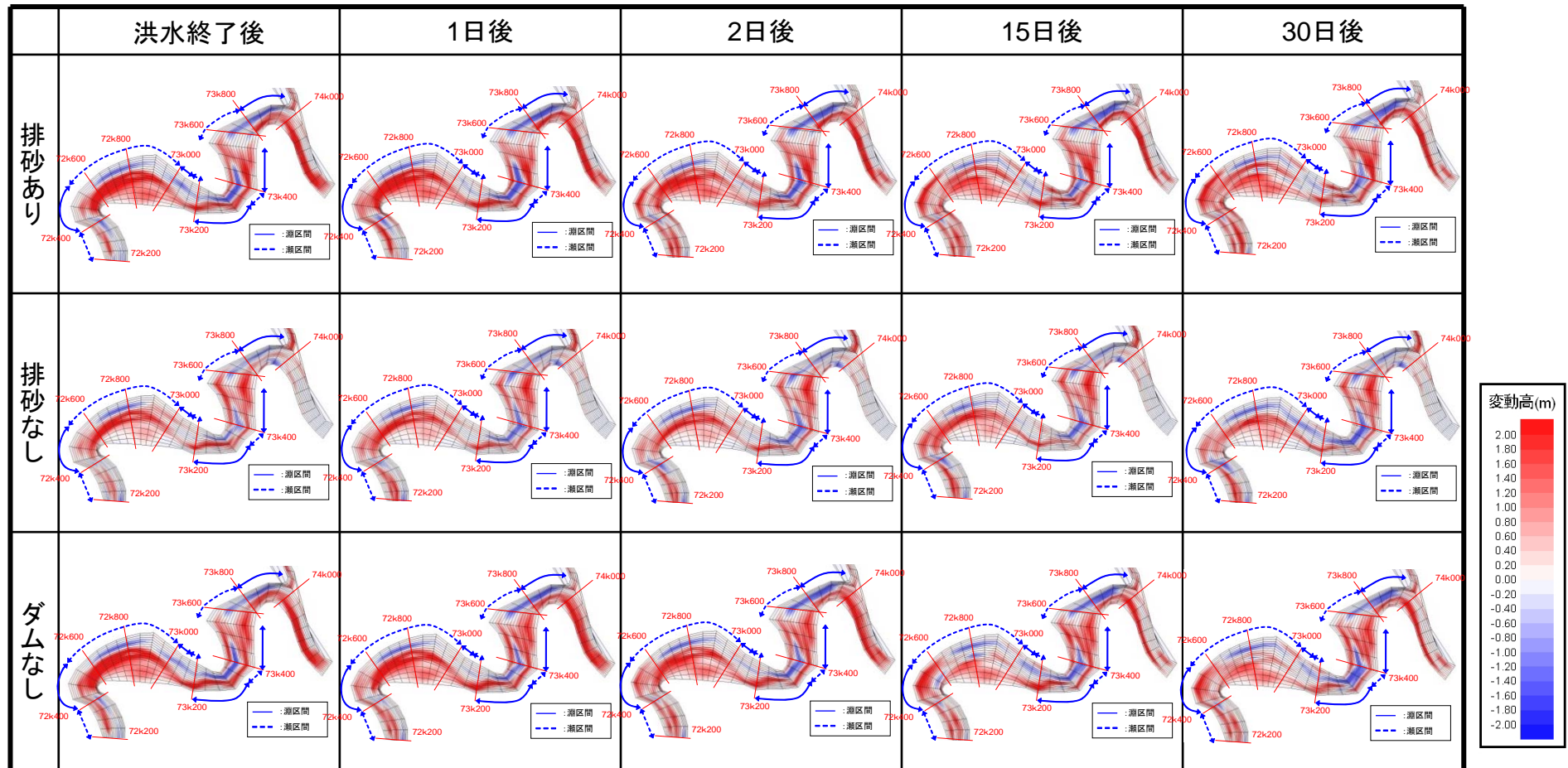


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の河床変動高の変化（平成12年洪水）

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（代表粒径の洪水後の変化）

- 昭和57年について、各計算ケースで洪水後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合の代表粒径の変化を示す。
- 排砂なしの場合には、洪水終了後から徐々に粗粒化していた領域が減少する。
- 排砂あり、ダムなしの場合について、細粒化した領域は、対象期間内には上流土砂の再移動の影響により細粒化傾向が継続する。

<昭和57年>

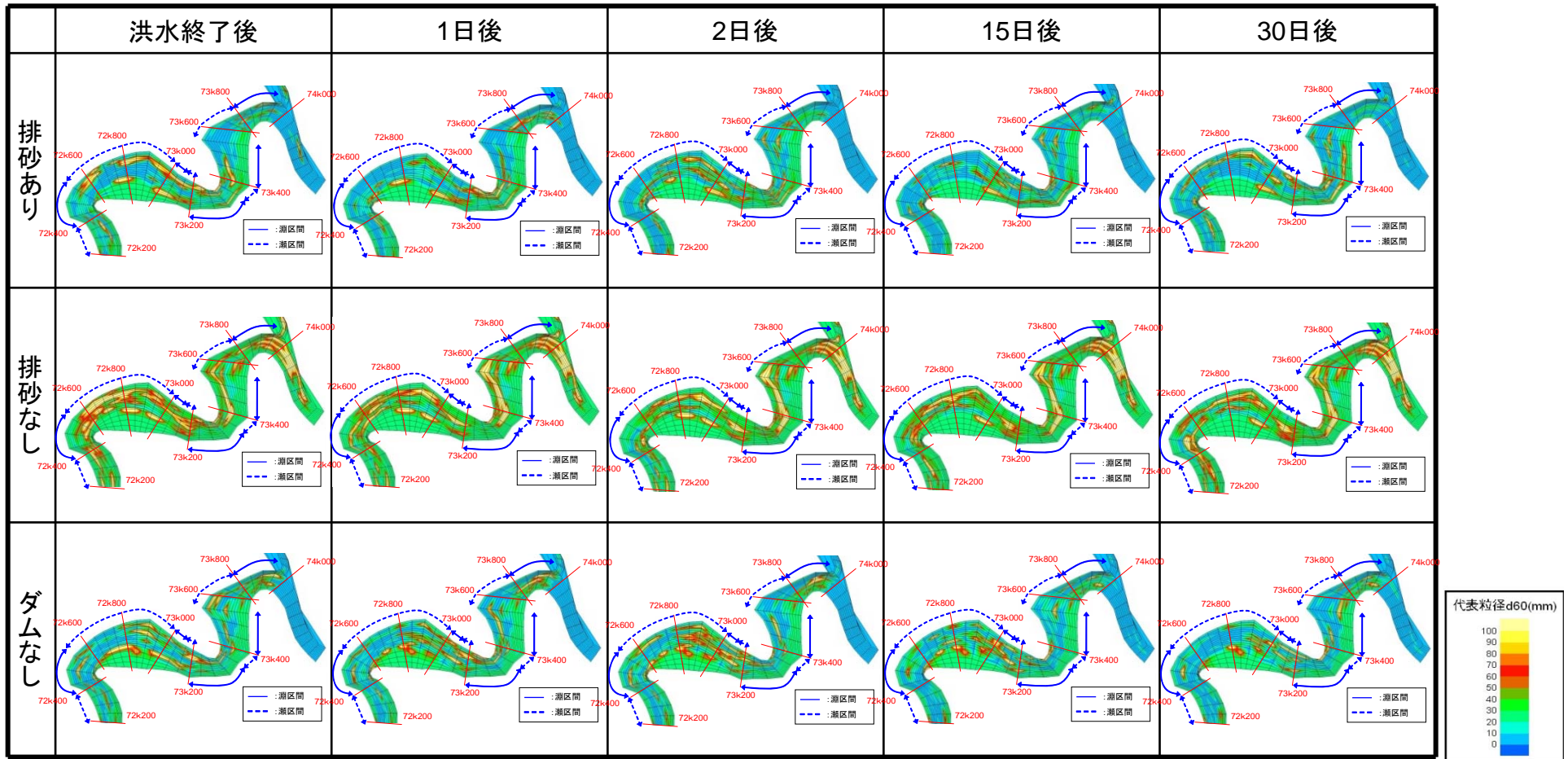


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の代表粒径の変化（昭和57年洪水）

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（代表粒径の洪水後の変化）

- 昭和63年について、各計算ケースで洪水後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合の代表粒径の変化を示す。
- 排砂ありの計算ケースにおいては15日後には松ヶ瀬地点の粒径は粗粒化傾向となる。
- 排砂あり、ダムなしの場合には細粒化した領域は、対象期間内には、上流土砂の再移動の影響により細粒化傾向が継続する。

<昭和63年>

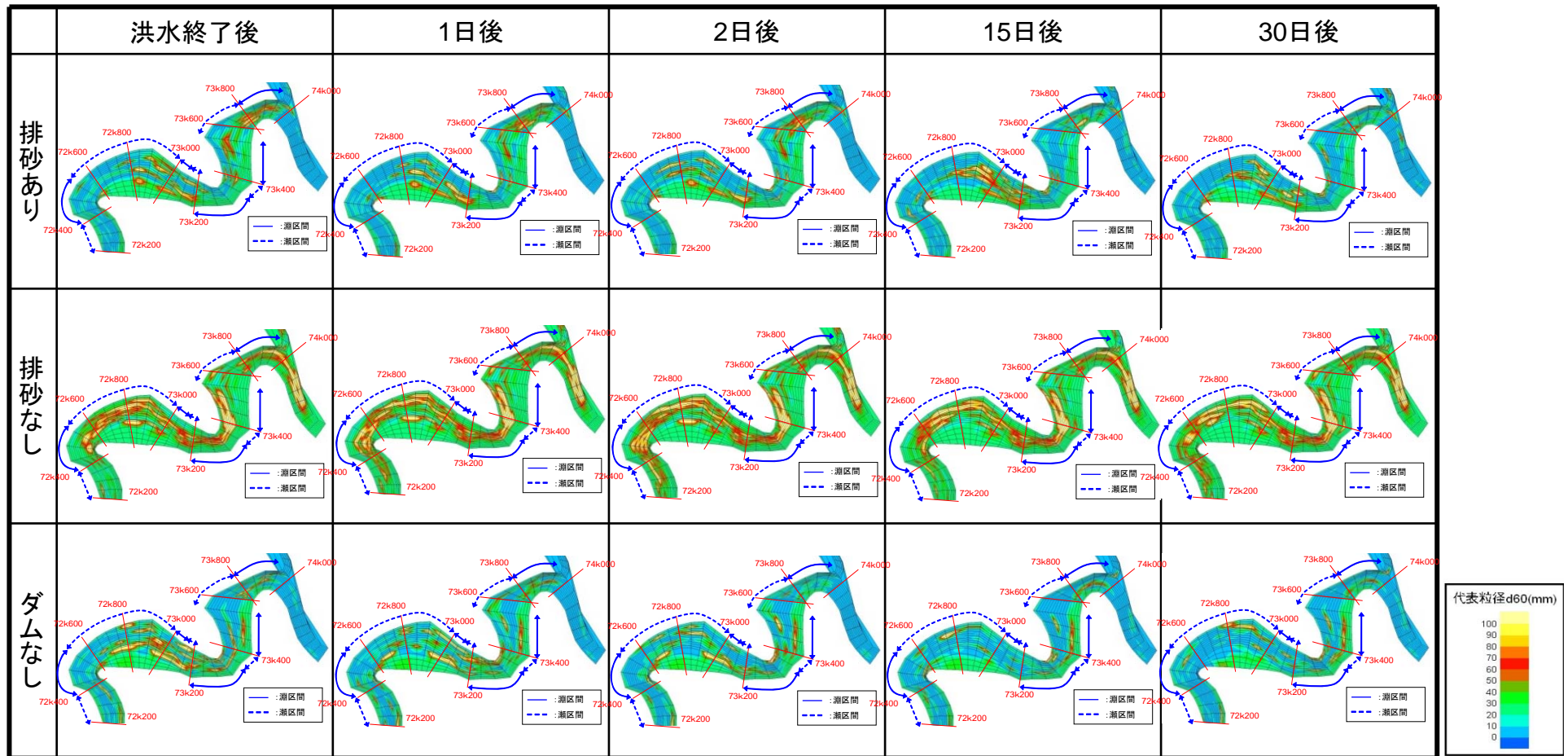


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の代表粒径の変化（昭和63年洪水）

【分類】	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石	巨石
【粒径】	0.075	0.25	0.85	2.00	4.8	19	75	300	(mm)

3.1 (3) 堆砂が顕著な区間における環境評価（代表粒径の洪水後の変化）

- 平成12年洪水について、各計算ケースで洪水後に100m³/s一定の流量を長期間与えた場合の代表粒径の変化を示す。
- 平成12年は他の年に比べて砂分の堆積量が多く、粗粒化する面積が小さい。
- 排砂ありとダムなしの場合には、72.6~73.0kの瀬区間においても他の年と比べて細粒化が進行した状態が継続する。これは、洪水後の砂分の堆積が多いことが原因と推察される。

<平成12年>

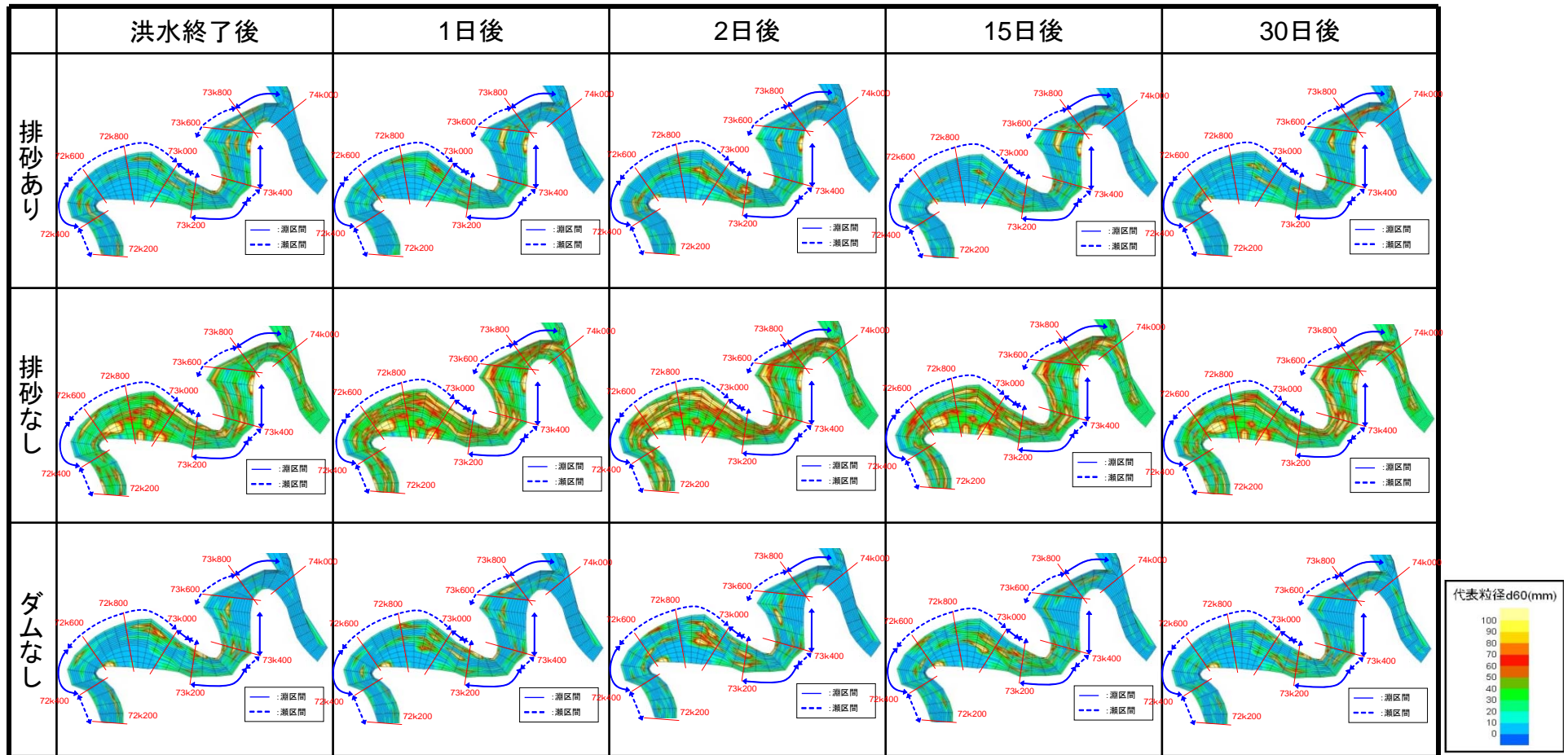


図 洪水後に100m³/s一定の流量を与えた場合の代表粒径の変化（平成12年洪水）

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

3.2 (1) ダム領域の環境評価（環境評価結果の更新）

- 一次元河床変動計算の結果より、排砂後に減少が予測される種、増加が予想される種を再整理した。
- 平面二次元河床変動計算の結果より、湾曲区間については排砂実施後においても瀬における河床材料は礫分は残り、石礫を好むアカザ、ギギ、活動期のアユ、及び造網型底生生物等の生息場は維持されると考えられる。一方、細粒分の割合は全体的に増加することから、砂分を好むシマドジョウや掘潜型の底生生物等の生息場は増加することが考えられる。
- 排砂による影響が生じている期間、頻度、閾値などは不明な部分が多いものの、今後の重要な課題のひとつであり次年度以降検討するものとする。

矢作ダム:2%排砂
 百月ダム:運用の工夫等
 阿摺ダム:運用の工夫等
 越戸ダム:現状
 河道:維持河床高以上は掘削

↑ H21検討

項目	湛水区間Ⅰ (46~50km)				河川区間Ⅰ (50~55km)				湛水区間Ⅱ (55~60km)				河川区間Ⅱ (60~63km)			湛水区間Ⅲ (63~65km)		河川区間Ⅲ (65~75km)										
	46km	47km	48km	49km	50km	51km	52km	53km	54km	55km	56km	57km	58km	59km	60km	61km	62km	63km	64km	65km	66km	67km	68km	69km	70km	71km	72km	73km
魚類	間隙利用 (淵) 代表種:ギギ																											
	石礫利用 (主に瀬) 代表種:アカザ																											
	砂利用 代表種:カマツカ、シマドジョウ																											
	環境に特徴的な種 オイカワ、カワムツ、ウグイ																											
	環境に特徴的な種 アユ※ (主に瀬)																											
底生動物	環境に特徴的な種 ナベブタムシ																											
	掘潜型																											
	造網型																											
	携巣型																											
	外来種 カワヒバリガイ																											
鳥類	環境に特徴的な種																											
藻類	問題となる種 カワシオグサ																											
植物	環境に特徴的な種 ツルヨシ																											
	外来種 オオカナダモ※																											

※:オオカナダモは、ダム領域ではこれまで確認されていないが、河川領域では確認されていることを踏まえ、今後ダム領域にも侵入した場合を想定し評価対象に加えた。

- 淵
- 湛水域
- 湾曲区間(湛水区間を除く)
- 長期的に生息場として適さなくなる可能性がある。(累計15年以上)
- 一時的に生息場として適さなくなる可能性がある。(累計5年未満)
- 長期的に生息場として適するようになる可能性がある。(累計15年以上)
- 一時的に生息場として適するようになる可能性がある。(累計5年未満)

矢作川におけるアユの生活環
 遡上期:4月~6月、活動期:7月~9月中旬、産卵期:9月下旬~11月中旬

問題となる種及び外来種については、生息場増えることが問題のため、適する場合は青(薄青)、適さない場合は赤(黄)としている(他の生物と逆の評価)。

3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

<保全対策検討ケースの設定根拠>

【前提条件】

- 条件1: 排砂条件の変更による保全対策とする
- 条件2: 利水容量を使ったフラッシュ放流は検討しない(常時の貯水位から、利水容量の無効放流は不可能と判断)

【検討ケースの考え方】

- 1: 発電ダムの運用見直しにより土砂の移動を促進
- 2~3: 排砂濃度を小さくすることで、排砂量を減少させ、河川の堆砂を抑制(その分ダムに堆砂が残る)
- 4~6: 流量が大きい場合のみ排砂することで、河川での土砂移動を促進し、堆砂を抑制(排砂の機会が減少し、ダムに堆砂が残る)
- 7: 洪水のピークまで高濃度で排砂を実施し、ピーク後に500m³/s以下となったら排砂を停止することで、排砂量を確保しつつ、河川での土砂移動を促進し、堆砂を抑制
- 8: 10月以降は排砂を停止することで、冬期に残る堆砂量を極力抑制する

表 保全対策の検討ケース

検討ケース	特徴	課題
1: 発電ダムの運用見直し	発電ダムの運用を見直すことで、土砂を流下しやすくし、河道への堆砂を抑制する	洪水時に発電ダムの運用、発電の停止などが必要となる
2~3: 排砂濃度の低減	ダムからの排砂量を少なくすることで、河川への堆砂を抑制する	排砂量が少なくなるため、矢作ダム貯水池内に土砂が残り、別途浚渫、運搬が必要となる
4~6: 排砂開始流量の増加	大きな流量時のみ排砂し、土砂を効率的に流下させる	排砂の機会が減少し、結果的に排砂量が少なくなる。このため、上記と同じく貯水池内に土砂が残る
7: ピーク前は高濃度で排砂し、ピーク後排砂停止	洪水ピーク前までに土砂を多く排砂し、ピーク後の流量でこれを流下させる	5%濃度での排砂が可能か確認が必要である
8: 10月以降は排砂停止	秋季の洪水では排砂を行わないことで、冬期に堆砂が残らないようにする	10月に排砂する場合もあり、結果的に排砂量が少なくなる場合がある

<清水フラッシュの可能性>

矢作ダムの貯水位は平均では、ほとんどの場合で夏期制限水位を満足できていない。

このため、洪水期において、利水容量を用いたフラッシュ放流はその後の回復が困難となり、実施できないものとする。

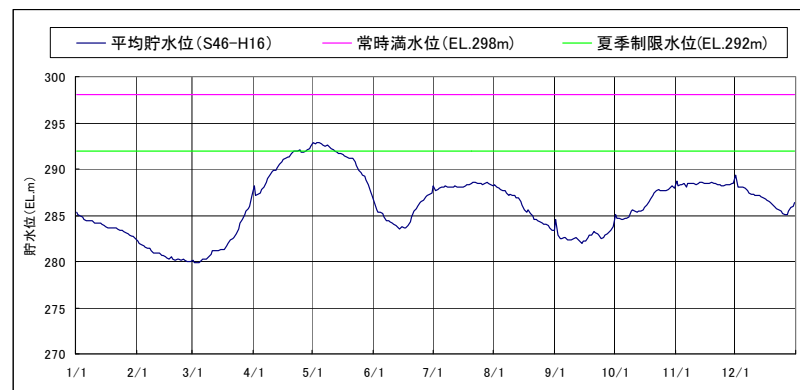


図 1年間の平均貯水位の変動

3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- 河川区域では、排砂の実施により生物環境への影響が予測される区間だけに生息・生育する生物は認められない。このため、ダム領域全体では致命的な影響を受ける種はないと考えられる。ただし、適した生息環境の割合は種ごとに異なる可能性がある。
- 排砂により予測される生物への影響区間に対し、保全対策を講じる場合には、①維持掘削、②矢作ダムからの排砂方法の工夫が考えられるが、維持掘削については、影響予測区間がダム領域の全川に渡り断続的に分布する。このため、掘削作業が困難であることに加え、掘削自体による生物環境へのインパクトが大きいと想定される。
- 以上を踏まえ、②矢作ダムからの排砂方法の工夫について、矢作ダムからの排砂開始流量(矢作ダム流入量)94.7m³/sを基本として、200m³/s、300m³/s、500m³/sと増加させた場合、および洪水前半の排砂濃度を5%に増加し、低減期に排砂を停止した場合等について感度分析を行い、土砂管理費用への影響を確認することとした。
- この結果、いずれの場合にも、昨年度検討のシナリオ2-2-1に比べ、矢作ダム貯水池における掘削・運搬費用が大きくなり、費用面では妥当性が成立しない。
- 生物への影響予測区間にしか生息しない種は認められないことから、保全対策の必要性は現時点では比較的小さいと考えられるが、生息に適する面積は変化すること、土砂動態の生物環境への影響は不明である点も多いことから、モニタリング結果を踏まえて、適宜保全対策を検討していく必要がある。

表 排砂条件と費用等の感度分析結果

検討ケース	条件										評価指標								備考		
	流入土砂量	矢作ダム排砂				発電ダム				維持掘削	矢作ダム貯水池掘削費用(億円/100年)	河道掘削費用(億円/100年)	総費用※5(億円/100年)	砂分通過土砂量(万m ³ /年)			治水安全度	CO ₂ 排出量(万kg-CO ₂ /年)		トラック通過台数※4(台/年)	他河川の実績
		開始水位	開始流量	土砂濃度	排砂量	ケース名	百月	阿摺	越戸					百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム					
シナリオ0(下流対策なし)	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	2.0%	26.1万m ³	現状	現状	現状	現状	なし	305.4	0.0	796.3	25.3(16.2)	15.5(7.2)	12.7(3.6)	×	41.8	12,455	○	
シナリオ1(掘削方法の見直し)	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	2.0%	26.1万m ³	D00	現状	現状	現状	あり(堆積許容)	305.4	643.3	1439.6	21.9(13.1)	8.4(0.4)	9.8(0.8)	○	98.9	58,844	○	
1:シナリオ2-2-1(発電2ダム※1の運用見直し※2)	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	2.0%	26.1万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF※3	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	305.4	486.7	1290.1	22.3(13.5)	13.9(5.6)	12.2(3.0)	○	110.7	48,985	○	1~8でコスト最小
2:1+排砂濃度を1.5%に減少	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	1.5%	24.1万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	435.4	439.4	1372.8	21.1(12.5)	13.5(5.4)	11.9(2.9)	○	124.2	50,929	○	
3:1+排砂濃度を1.0%に減少	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	1.0%	21.0万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	636.8	361.0	1495.8	19.6(11.0)	13.0(5.1)	11.7(2.8)	○	144.4	53,663	○	
4:1+排砂開始流量を200m ³ /sに増加	30.8万m ³	291m	200m ³ /s	2.0%	17.8万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	844.7	274.9	1617.7	17.9(9.6)	12.9(4.9)	11.6(2.6)	○	165.1	55,927	○	
5:1+排砂開始流量を300m ³ /sに増加	30.8万m ³	291m	300m ³ /s	2.0%	11.9万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	1228.1	128.5	1854.6	13.8(6.0)	11.3(3.7)	10.5(2.0)	○	204.0	61,228	○	
6:1+排砂開始流量を500m ³ /sに増加	30.8万m ³	291m	500m ³ /s	2.0%	8.0万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	1481.5	53.1	2032.6	10.6(3.0)	9.8(2.3)	9.8(1.3)	○	232.5	65,579	○	
7:1+排砂濃度を2%から5%に変更し、低減期に排砂停止※7	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	5.0%	26.0万m ³	D11-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	311.9	490.4	1300.3	22.3(13.5)	13.8(5.6)	12.0(2.9)	○	109.9	47,933	○	
8:1+10月以降は排砂停止	30.8万m ³	291m	94.7m ³ /s	2.0%	25.5万m ³	D11-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり(堆積許容)	344.4	468.1	1310.5	21.9(13.2)	13.8(5.6)	12.1(3.0)	○	116.3	50,906	○	

※1:発電2ダムは百月ダム、阿摺ダムを示す。
 ※2:発電ダムのうち、百月ダム・越戸ダムからは用水の取水を行っており、フリーフローの操作は付帯する用水の確保に支障を来すことが想定されるため、再検討が必要となる。
 ※3:FF(フリーフロー)は洪水時排水門開放を示す。(以下、FFと称す)
 ※4:トラック通過台数は、ダム掘削分を含む。
 ※5:総費用にはリスク対応施設も含む。
 ※6:通過土砂量のうち、かっこなしの数量は総量を示し、かっこ内の数値は砂分を示す。
 ※7:矢作ダムへの流入量ハイドログラフの低減期に500m³/s以下では排砂しない。ただし、流入ピーク流量が500m³/sに満たない場合には、ピークまで排砂を実施。これにより、排出率は84.7%となり、シナリオ2-2-1の排出率(84.8%)と同程度となる。

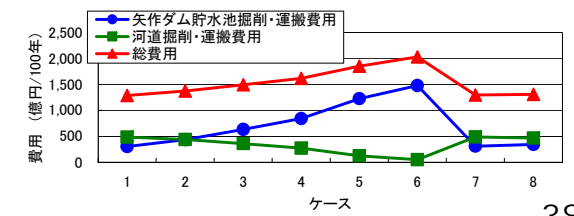
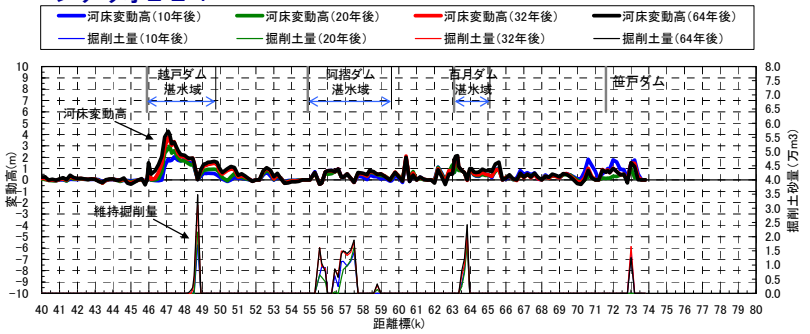


図 総費用の比較

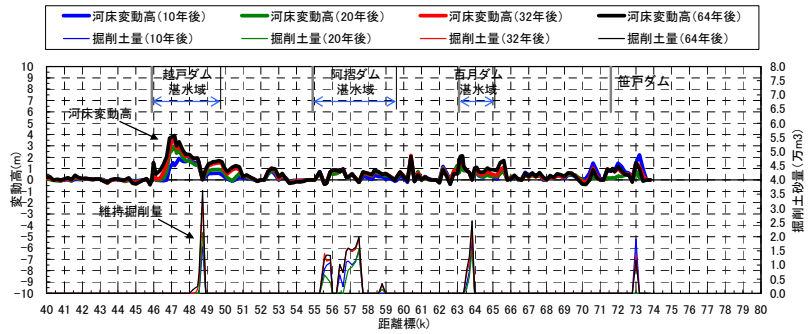
3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- 排砂濃度を変更したケース2・3、及び排砂開始流量を増加したケース4～6は、河道への堆積量はシナリオ2-2-1に比べ減少するが、矢作ダム貯水池における掘削量が増大し、総費用はシナリオ2-2-1を上回る。
- 排砂濃度を5%に変更し、洪水低減期には排砂を停止するケース7、10月以降は排砂を停止するケース8は、総費用は、シナリオ2-2-1と同程度であり、河道への堆積傾向もほとんど同じである。

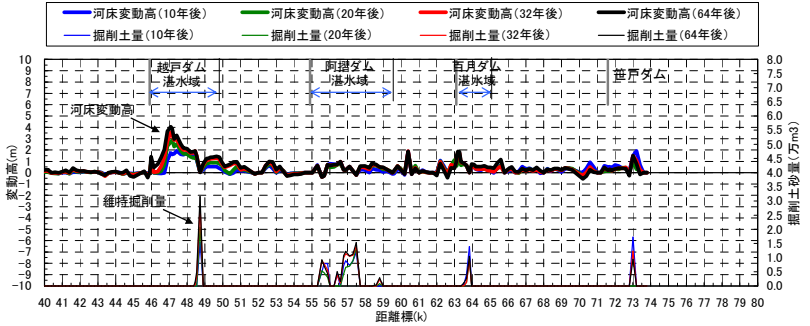
シナリオ2-2-1



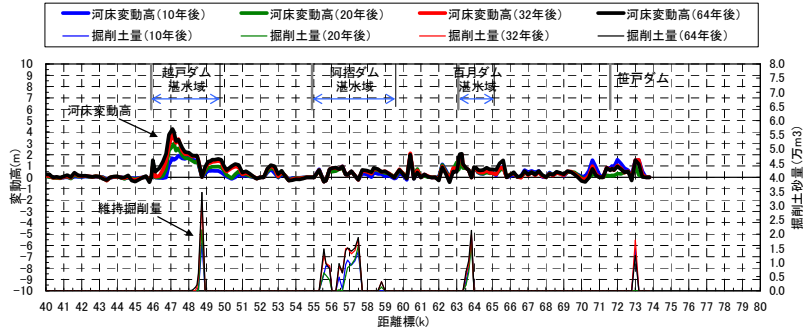
シナリオ2-2-1+排砂濃度を2%から5%に変更し、低減期に排砂停止※1(ケース7)



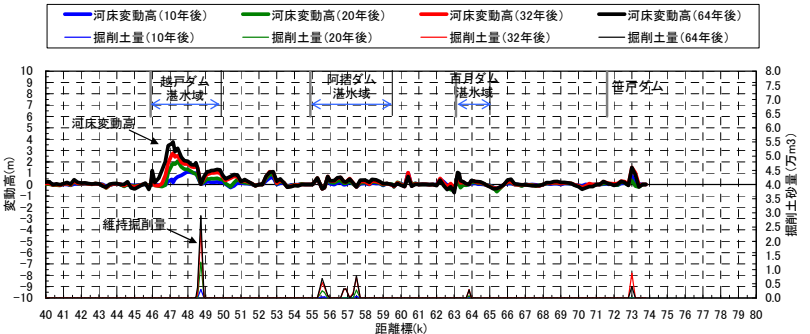
シナリオ2-2-1+排砂濃度を2%から1%に変更(ケース3)



シナリオ2-2-1+10月以降は排砂停止(ケース8)



シナリオ2-2-1+排砂開始流量を94.7m³/sから500m³/sに変更(ケース6)



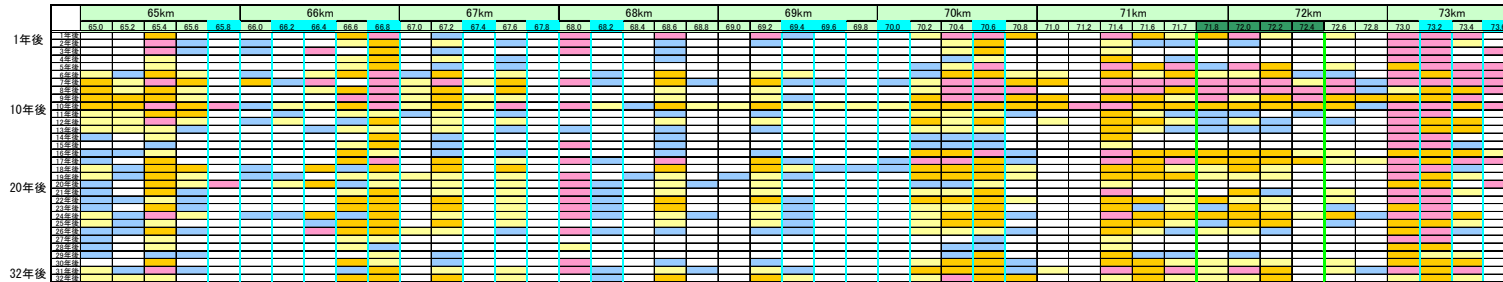
※1: 矢作ダムへの流入量ハイドログラフの低減期に500m³/s以下では排砂しない。ただし、流入ピーク流量が500m³/sに満たない場合には、ピークまで排砂を実施。これにより、排出率は84.7%となり、シナリオ2-2-1の排出率(84.8%)と同程度となる。

図 一次元河床変動計算結果の例(保全対策実施時)

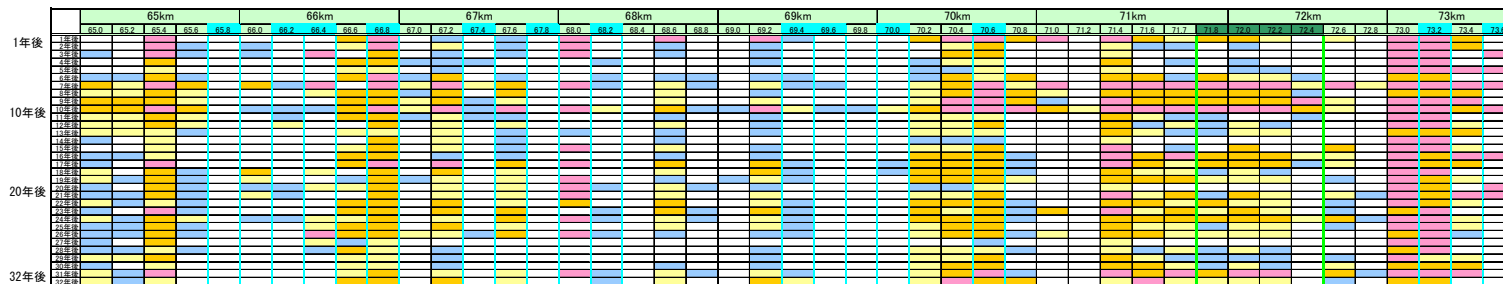
3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- 排砂濃度を5%に変更し、洪水低減期には排砂を停止するケース7は、総費用がシナリオ2-2-1と同程度であり、河道への堆積傾向もほとんど同じであるが、洪水後の河床材料の細粒化をシナリオ2-2-1より軽減できる可能性が考えられる。
- 排砂による影響が大きい上流区間を対象に、砂分として0.25mm~2.0mmの河床材料の割合の変化を比較すると、ケース7のほうが、細粒化は全体的に軽減されており、排砂濃度のタイミングを工夫することによる効果が確認できる。

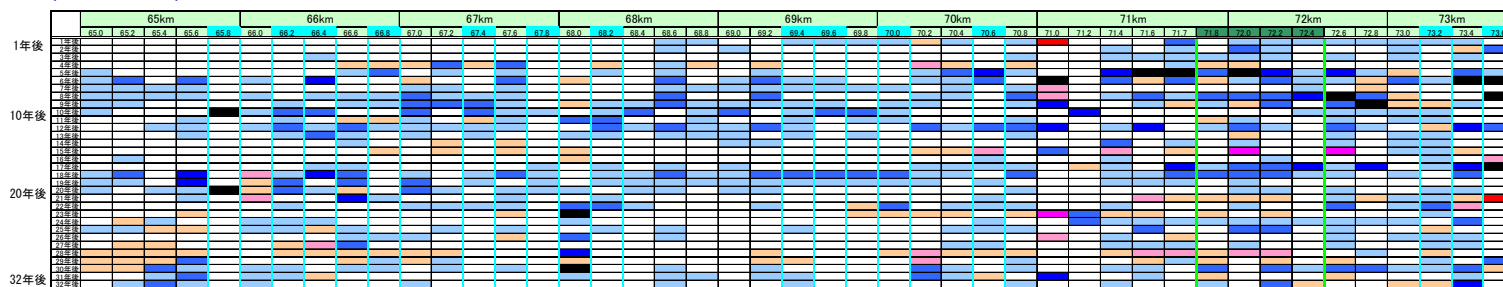
シナリオ2-2-1 (ケース1)



シナリオ2-2-1+排砂濃度を2%から5%に変更し、低減期に排砂停止 (ケース7)



ケース7-ケース1



【凡例】砂分※の割合

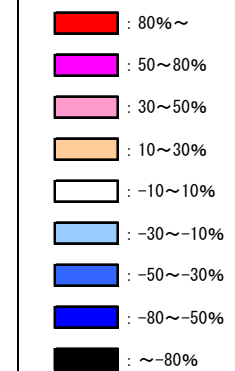


※0.25mm~2.0mm

■ : 笹戸ダム湛水域

■ : 淵

【凡例】砂分※の増加率



※0.25mm~2.0mm

図 一次元河床変動計算結果:砂分(0.25~2.0mm)の割合の変化

3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- 10月以降は排砂を停止するケース8でも、ケース7と同様に、細粒化の傾向をシナリオ2-2-1より軽減できる可能性が考えられる。
- 排砂による影響が大きい上流区間を対象に、砂分として0.25mm~2.0mmの河床材料の割合の変化を比較すると、ケース8についても、ケース7と同様に、細粒化は全体的に軽減されており、排砂濃度のタイミングを工夫することによる効果が確認できる。

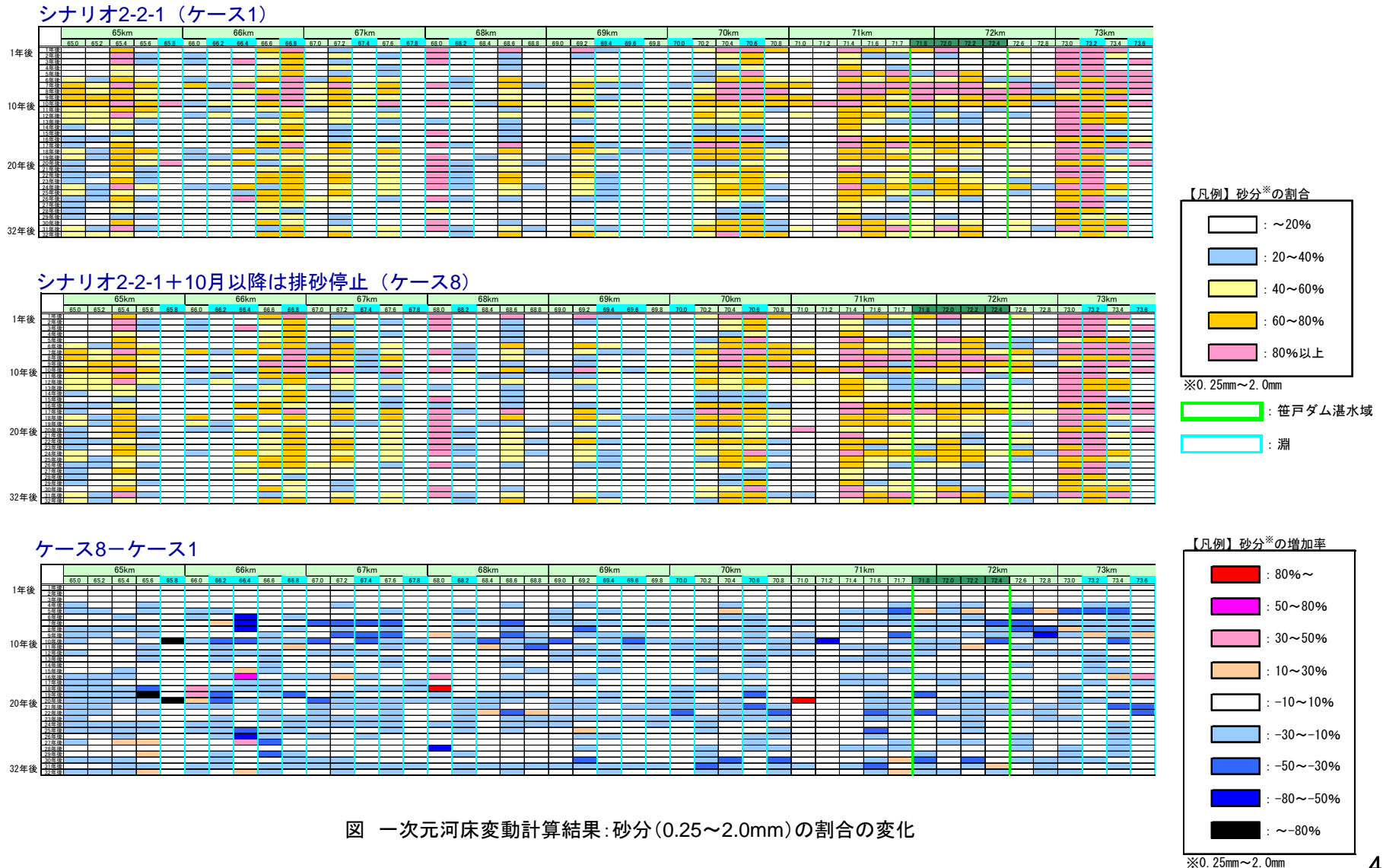


図 一次元河床変動計算結果:砂分(0.25~2.0mm)の割合の変化

3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- フラッシュ効果として、ピーク後流量及び10月以降の出水の活用を想定したが、大きな効果は得られなかった。
- ケース7(ピーク後は排砂停止)：ピーク後に排砂を停止することでフラッシュ効果を期待するが、ある程度のフラッシュが期待できると考えられる600m³/s程度の規模の洪水の頻度や、洪水継続時間が十分でない場合があることが考えられる。
- また、小規模出水では5%濃度で排砂すると堆積が進行してしまい、十分フラッシュできない場合がある(次ページ参照)。

<ケース7について>

・矢作ダム～笹戸ダムの区間の土砂収支から供給分と堆積分及び、500m³/s以上の洪水の発生頻度と最大流量を示した。

・ばらつきはあるが、概ね600m³/s以上の洪水によりフラッシュされ、土砂収支がマイナスとなっている。

・ただし、全年の堆積状況の履歴の影響も受けている。

・また、ピーク後の洪水継続時間も重要な要因となる(低減が早いとフラッシュ効果が小さい)

・供給土砂量が多いと、洪水規模が大きくても堆積してしまう場合がある。

表 矢作第二ダム～笹戸ダムの土砂収支と500m³/s以上の洪水頻度と最大流量

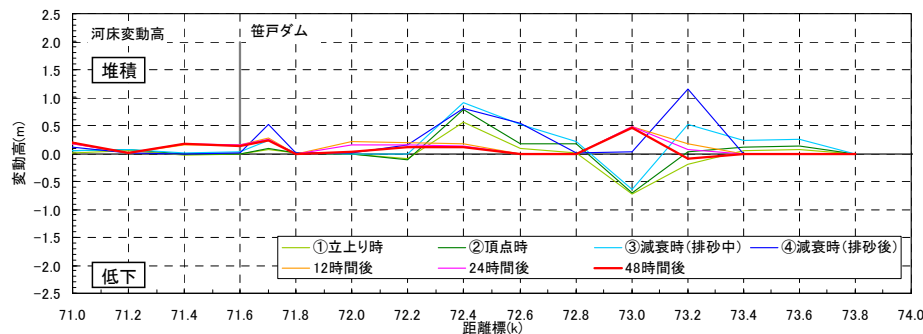
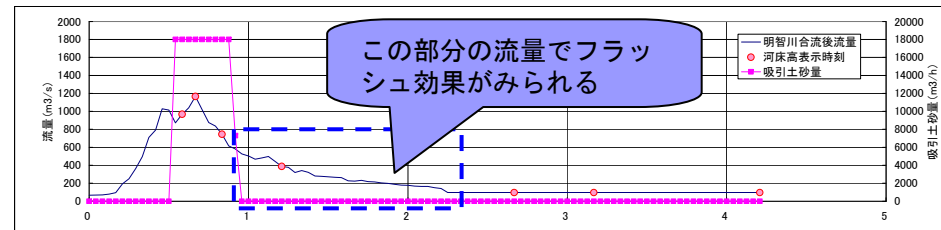
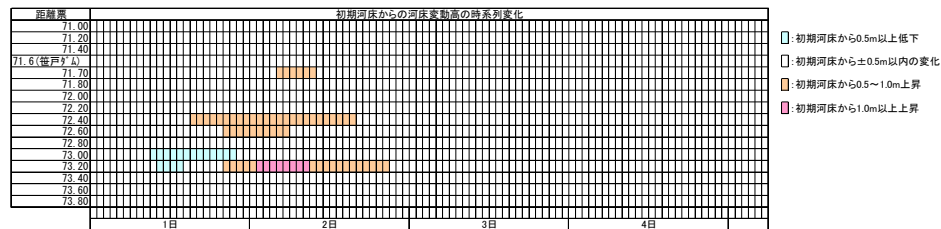
年	供給土砂量 (千m ³)	笹戸ダム上流の堆積量 (千m ³)	500m ³ /s以上の洪水	最大流量 (m ³ /s)
1971	271	109	-	479
1972	346	-49	2	839
1973	17	13	-	206
1974	358	12	5	966
1975	397	77	2	1,646
1976	381	-32	2	845
1977	372	172	2	597
1978	111	-66	1	672
1980	332	29	1	514
1981	201	19	1	554
1982	278	-74	4	718
1983	482	50	3	1,464
1984	55	-3	1	642
1985	256	-51	2	692
1986	83	63	-	226
1987	218	84	-	381

年	供給土砂量 (千m ³)	笹戸ダム上流の堆積量 (千m ³)	500m ³ /s以上の洪水	最大流量 (m ³ /s)
1988	152	-4	1	730
1989	409	-22	3	1,169
1990	274	31	1	1,351
1991	70	-51	2	1,050
1992	138	108	-	243
1993	192	-19	1	585
1994	76	-33	1	1,212
1995	253	58	1	607
1996	54	6	-	394
1997	260	-7	1	771
1998	342	-34	2	1,188
1999	384	28	2	1,270
2000	556	38	1	2,993
2001	139	25	1	718
2002	139	72	-	327
2003	415	-27	1	1,195

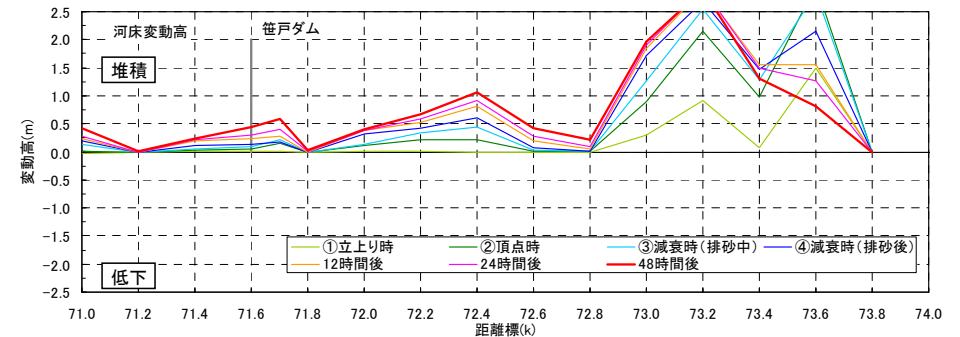
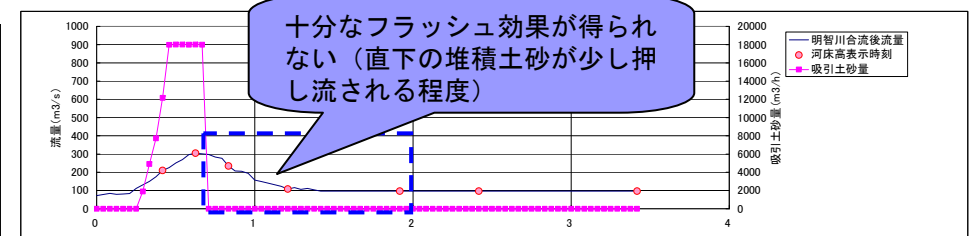
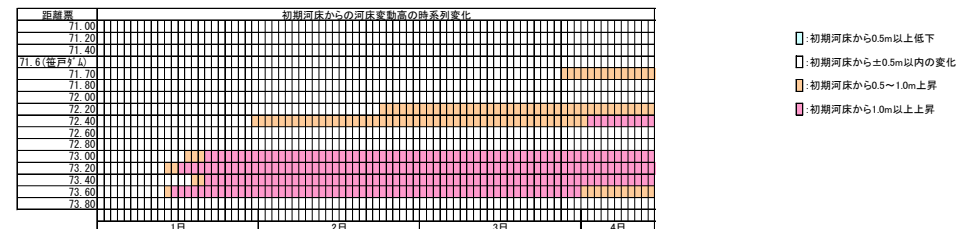
3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- 平成元年洪水のように大きな洪水(1200m³/s規模)では、排砂後にフラッシュ効果が確認できる。
- 平成2年洪水のように小さな洪水(300m³/s規模)では、排砂後のフラッシュ効果があまり期待できず、排砂濃度5%で排砂した土砂が直下にたまった状態となる。

【平成元年：吸引濃度5%・ピーク後500m³/s以下で吸引停止】



【平成2年：吸引濃度5%・ピーク後500m³/s以下で吸引停止】



3.2 (2) ダム領域の保全対策の検討

- フラッシュ効果として、ピーク後流量、10月以降の出水の活用を想定したが、大きな効果は得られなかった。
- ケース8: 10~12月に大きな洪水の発生頻度は低く、また、大きな流量となる洪水も少ないことから、フラッシュ効果は小さい。
- ただし、100m³/s以上の洪水がある場合には、フラッシュなしに比べ笹戸ダム上流の堆積量が減少しており、小さいながら効果が認められる。

<ケース8について>

- 10~12月に発生する洪水は規模が小さく、堆積した土砂のフラッシュには十分ではないと考えられる。
- 100m³/s程度の洪水がある場合は若干のフラッシュにより堆積量の減少がみられる。

表 ケース8(フラッシュあり)とシナリオ2-2-1(フラッシュなし)の笹戸ダム上流堆積量比較

年	供給土砂量 (千m ³)	笹戸ダム上流の堆積量 (千m ³)		最大流量 (m ³ /s) 【10~12月】
		<ケース8>	<シナリオ2-2-1>	
1971	264	112	112	47
1972	346	-41	-41	39
1973	17	-1	5	206
1974	358	-15	-20	46
1975	397	113	129	288
1976	381	28	12	46
1977	372	66	132	597
1978	111	50	34	121
1980	332	-0	-22	215
1981	201	-28	-34	554
1982	278	-65	-87	487
1983	482	49	51	499
1984	55	-0	-0	46
1985	256	-47	-47	38
1986	83	49	49	42
1987	218	92	94	114

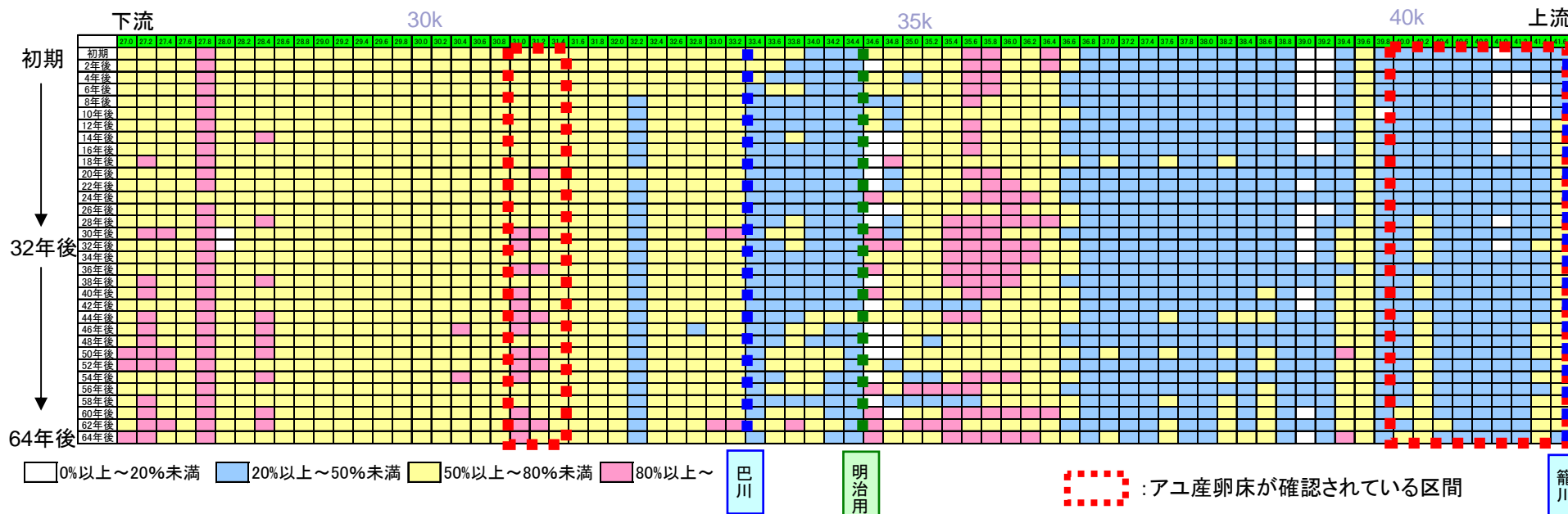
年	供給土砂量 (千m ³)	笹戸ダム上流の堆積量 (千m ³)		最大流量 (m ³ /s) 【10~12月】
		<ケース8>	<シナリオ2-2-1>	
1988	152	46	46	159
1989	409	-50	-32	126
1990	274	12	0	140
1991	70	-41	-48	193
1992	138	50	66	156
1993	192	16	4	74
1994	76	-26	-30	74
1995	253	76	78	49
1996	54	5	4	218
1997	260	-7	-6	323
1998	342	-39	-40	523
1999	384	12	11	200
2000	556	34	57	277
2001	139	34	22	207
2002	139	50	48	293
2003	415	-5	-12	262

□ フラッシュにより堆積量が減少する年

3.3 河川領域の環境評価と保全対策

- 河川領域については、制約条件であるアユ産卵場への影響に着目し、一次元河床変動計算結果の結果を用いた評価を昨年度実施した。
- ダム領域シナリオ2-2-1における一次元河床変動計算の結果、アユ産卵に適した河床材料の増加が予測される。
- ただし、ダム領域のように複数の生物種を対象とした評価は実施していないこと、評価手法がダム領域のように詳細なものではないことから、ダム領域と同様の評価を実施し、ダム領域と河川領域全体の排砂による影響を評価することが考えられる。
- 土砂管理目標で対象とする干潟・ヨシ原再生区間については、土砂の横断的な堆積傾向や植生消長が考慮できる解析モデルとして、①植生消長を考慮した平面二次元河床変動計算モデル、②簡易手法による植生消長モデル等による評価が考えられる。

表 河川領域上流区間(27.0~41.8k)における一次元河床変動計算結果:アユ産卵に適した河床材料(0.425~9.8mm)の割合の変化



計算条件⇒ダム領域シナリオ2-2-1、河川領域は現状(維持掘削なし)
 百月:200m³/s以上FF 阿摺:200m³/s以上FF 越戸:現状
 明治用水頭首工:現状
 河道:維持河床高以上は掘削(1年間の終わりに一回実施)

●アユの産卵床に適した河床材料
 ・粒径10mm以下、特に5mm以下の砂礫が産卵床に適している。※1
 ・粒径0.425mm以下の砂泥が多いところでは産卵量は少なく死卵率が高い。※2
 →アユの産卵床に適した粒径として、0.425~9.8mmとして整理

※1:参考文献:全国内水面漁業協同組合連合会、1993
 ※2:高橋勇夫、新見克也(1998)矢作川におけるアユの生活史-I 産卵から流下までの生態 矢作川研究 No.2:225~245



4.土砂管理シナリオについて

- 4.1 土砂生産領域のシナリオ(方向性の確認)
- 4.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオ(最適案の確認)
- 4.3 河川領域のシナリオ(最適案の確認)
- 4.4 河口・海岸領域のシナリオ(方向性の確認)
- 4.5 土砂管理シナリオのまとめ



4.1 土砂生産領域のシナリオ（方向性の確認）

4.1(1)土砂生産領域の課題

4.1(2)土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性

4.1(3)土砂生産領域の土砂管理シナリオの方向性

4.1(1) 土砂生産領域の課題

- 砂防、治山、森林管理等の関係機関である愛知県、岐阜県、長野県を対象にアンケートを実施し、土砂管理上の課題を抽出した。
- 砂防・治山管理においては、東海(恵南)豪雨後に溪流の荒廃が進んだため、これを軽減するための砂防・治山施設の整備が必要とされている。
- 森林管理においては、愛知県、岐阜県、長野県ともに人工林の面積が天然林よりも多くなっており、森林の適切な手入れが課題となっている。手入れ不足により、森林が荒廃し降雨時における山腹からの土砂流出の増大が懸念される。
- 砂防・治山施設の整備、および森林管理は、土砂生産に影響を与えると推察されるが、将来の生産土砂量(矢作ダムへの流入土砂量)は把握できていない。

砂防・治山管理上の課題



上村川沿川の沢抜け(旧上矢作町)



矢作ダム湖上流の沢抜け(旧旭町牛地) 国道418号(旧上矢作町達原)



森林管理上の課題

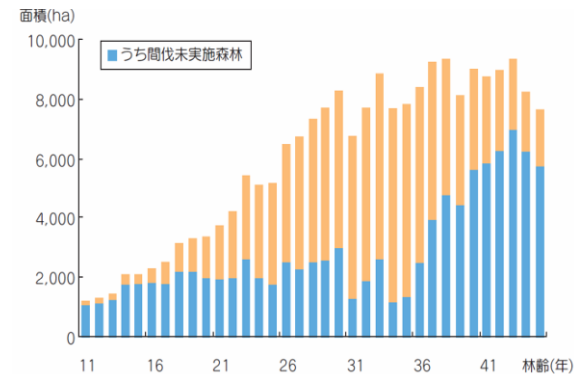


図 間伐対象森林と間伐未実施森林面積(岐阜県の例)
出典:岐阜県森林づくり基本計画

表 各県毎の人工林と天然林の面積の比較(県全域の値)

	人工林	天然林	備考
愛知県	132千ha	76千ha	民有林を対象に集計
岐阜県	387千ha	437千ha	
長野県	327千ha	329千ha	民有林を対象に集計

出典

愛知県:森林の現状と課題

岐阜県:岐阜県森林づくり基本計画、資料編岐阜県の森林・林業を取り巻く現状

長野県:長野県の森林・林業の動向、平成19年度 長野県森林・林業白書

- 溪流の荒廃を防止、軽減するための砂防・治山施設の整備が必要
- 管理者である愛知県、岐阜県、長野県により今後も整備予定

- 森林の荒廃により、降雨時における山腹からの土砂流出の増大が懸念

4.1(2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：矢作ダム堆砂量の経年変化

- 矢作ダムを対象に、年最大流入量とダム堆砂量、および年最大日雨量とダム堆砂量の関係を年代ごとに整理した。
- 年最大流入量あるいは年最大日雨量が同程度の場合においても、年堆砂量はバラツキが大きいこと、年代ごとの傾向は認められないことから、砂防・治山施設の整備状況と矢作ダムへの流入土砂量の間には、明瞭な相関関係を認めることはできない。
- 以上を踏まえ、想定した状況から関連性の予測を次ページ以降で実施する。

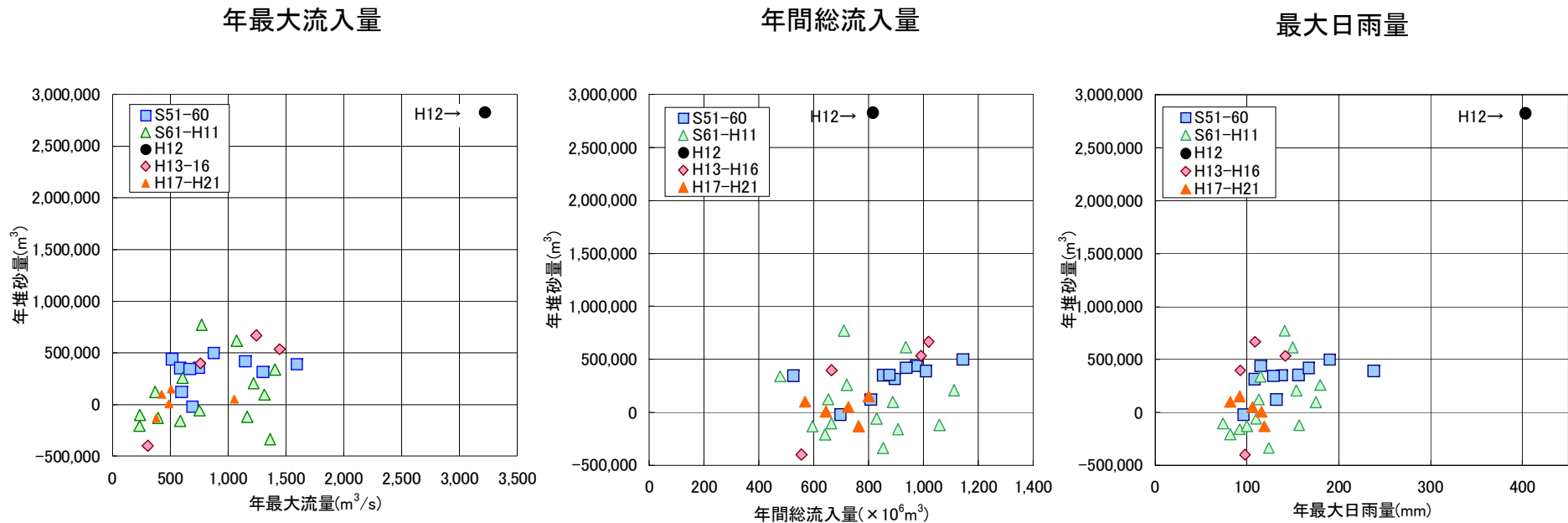
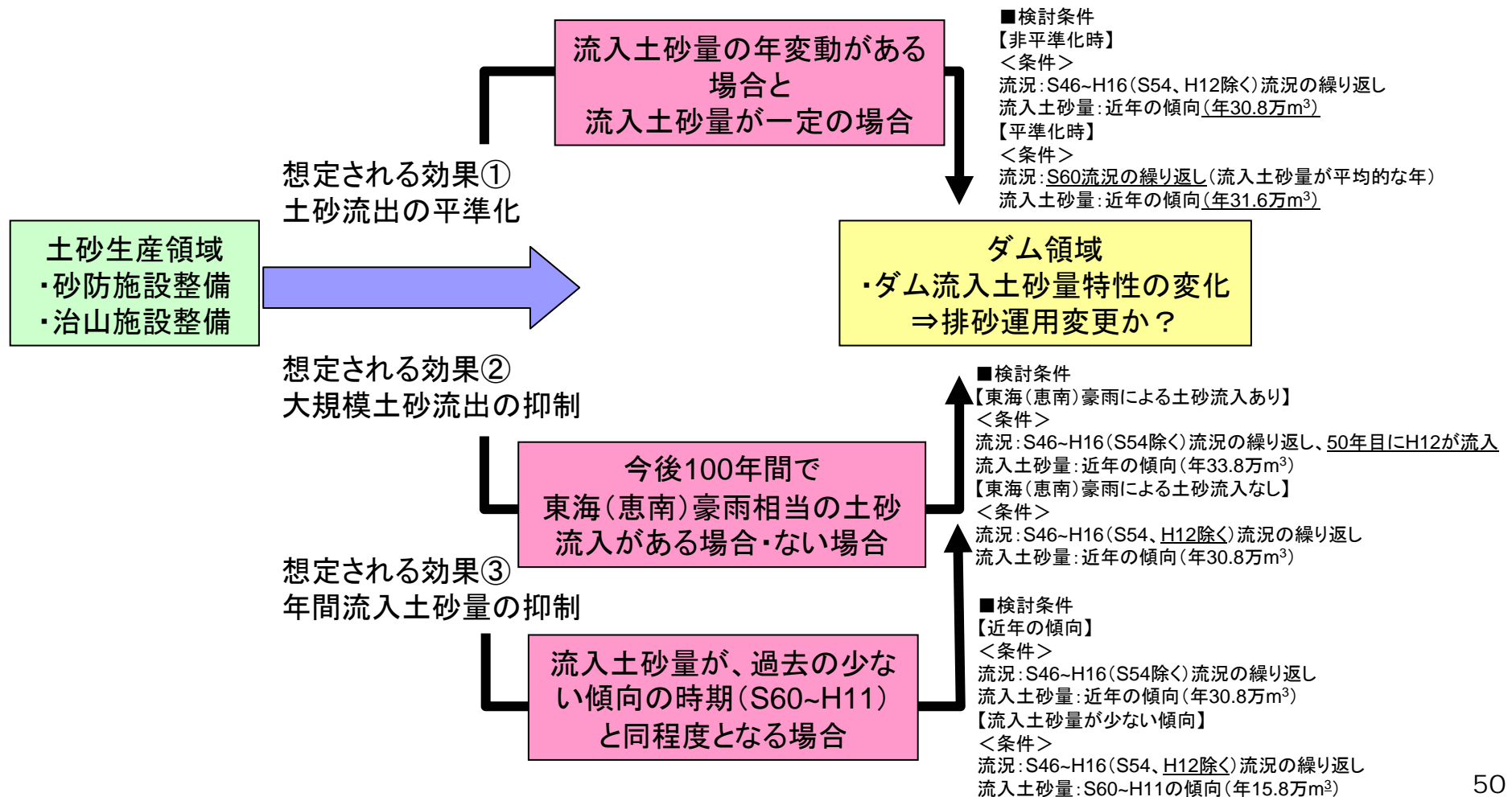


図 矢作ダム堆砂量と各種外力の関係

4.1(2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：土砂流入量の平滑化の効果

- 土砂生産領域において計画が達成された場合のダム堆砂・排砂対策に対する効果や影響について分析した。
 - 土砂生産領域での取り組み効果の定量評価は困難であるため、以下の2つの効果を想定しダム領域への効果、影響を試算した。
- ① 土砂流出の平準化(大きな出水での土砂流出を抑制し、小さな洪水では流出させる)
 - ② 大規模土砂流出の抑制(例えば東海(恵南)豪雨規模の土砂流出を抑える)
 - ③ 年間流入土砂量の抑制(砂防・治山施設の整備により土砂生産が抑えられる)



4.1(2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：土砂流入量の平滑化の効果

- 定性的には、砂防・治山施設の整備に伴い、生産土砂量が平準化する可能性が想定される。
- これを踏まえ、矢作ダムへの流入土砂量の条件を2パターン(①非平準化時、②平準化時)を想定し、矢作ダムからの排砂効率に与える影響を貯水池河床変動計算モデルにより求めた。
- この結果、平準化することによって排出率※が若干低くなるが、大きな効果、影響は確認できない。
- これは流況が単一であることも理由と考えられる。

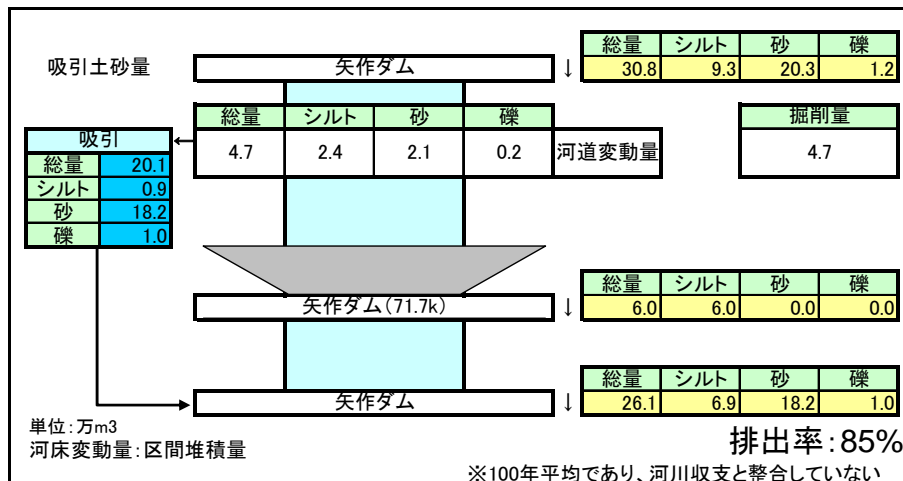
※排出率:年平均排出土砂量÷年平均流入土砂量(全粒径)

【非平準化時】

<条件>

流況: S46~H16(S54、H12除く)流況の繰り返し

流入土砂量: 近年の傾向(年30.8万m³)

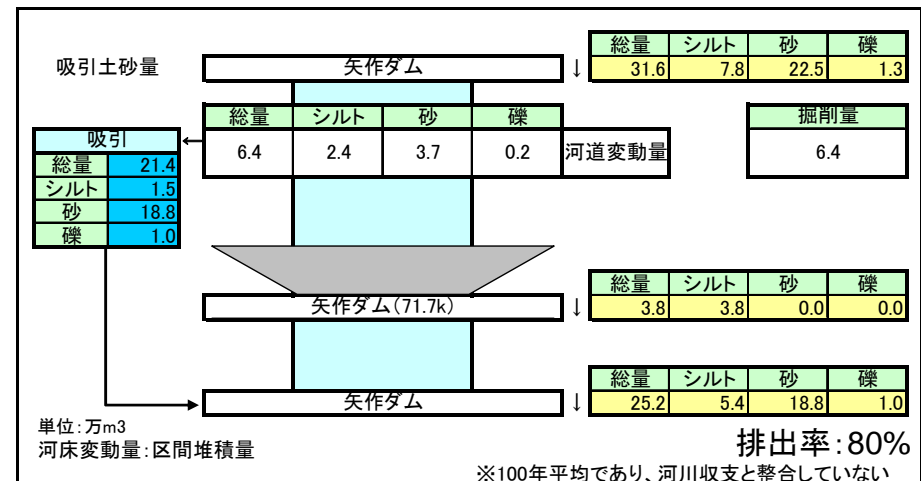


【平準化時】

<条件>

流況: S60流況の繰り返し(流入土砂量が平均的な年)

流入土砂量: 近年の傾向(年31.6万m³)



4.1(2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：土砂流入量の平滑化の効果

【各年の流入土砂量と排出土砂量】

	流入土砂量	排出土砂量	排出率
		湖内輸送	
S46	15.6	26.3	168%
S47	43.9	34.0	78%
S48	2.9	0.9	32%
S49	53.1	35.1	66%
S50	89.7	44.9	50%
S51	37.7	45.1	120%
S52	16.2	30.0	185%
S53	15.5	27.9	180%
S55	20.7	33.3	161%
S56	14.4	14.7	102%
S57	44.8	27.1	61%
S58	72.3	48.4	67%
S59	8.8	4.9	55%
S60	31.6	26.2	83%
S61	6.3	5.9	94%
S62	9.9	21.7	219%
S63	18.2	22.7	125%
H1	70.7	42.8	61%
H2	37.2	25.3	68%
H3	34.6	7.7	22%
H4	4.9	7.8	160%
H5	18.8	18.1	96%
H6	22.6	7.7	34%
H7	16.8	26.4	157%
H8	6.3	6.1	98%
H9	23.2	26.0	112%
H10	53.7	33.8	63%
H11	60.9	27.8	46%
H13	17.0	13.6	80%
H14	5.4	10.6	197%
H15	52.7	43.0	82%
H16	62.2	48.9	79%
平均	30.8	26.1	85%
排砂率	—	84.8%	

※100年計算の始めの34年間の結果
※平均値は100年間の平均

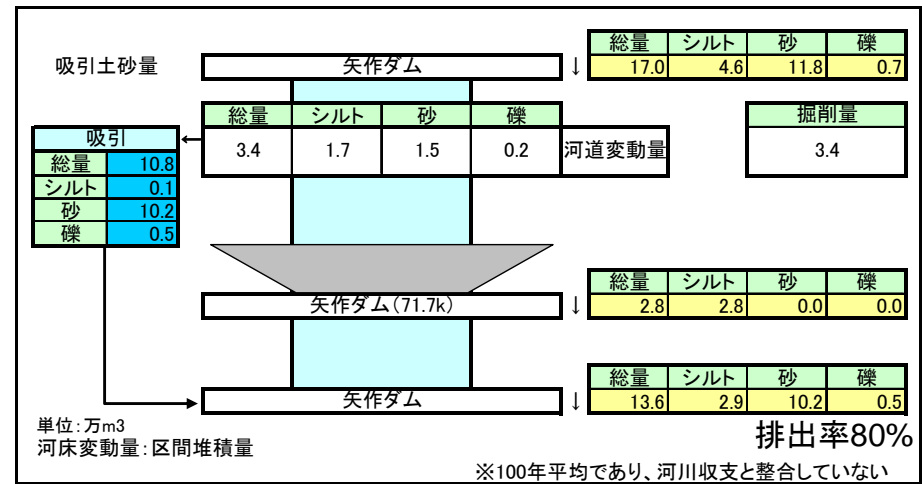
H13は流入土砂量が少なく、堆砂の進行は小さい。排出率は80%を維持

流入土砂量・排出土砂量
排出率とも平均

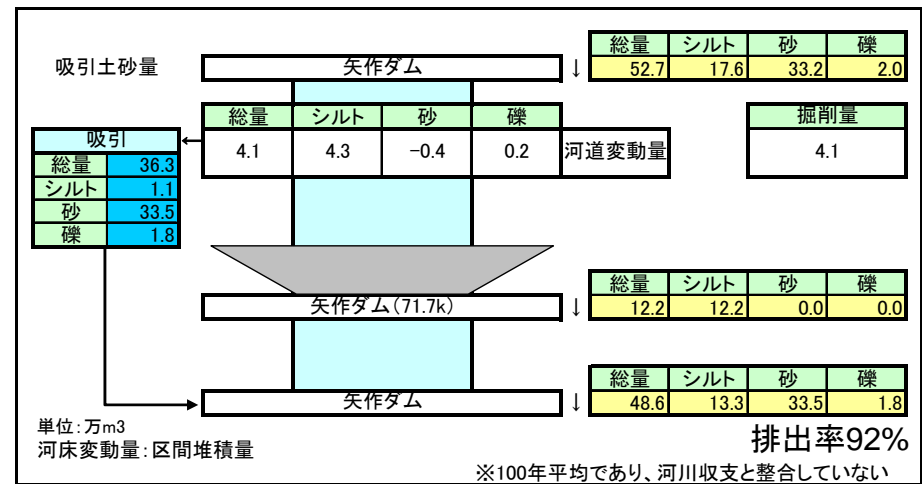
H15は流入土砂量が多く、堆砂の進行は大きい。排出率は堆砂に従い上昇し、100年平均では92%となる。

参考に排出率が平均に近い
H13、H15でも検討

【平成13年】



【平成15年】



4.1 (2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：大規模土砂流入抑制効果

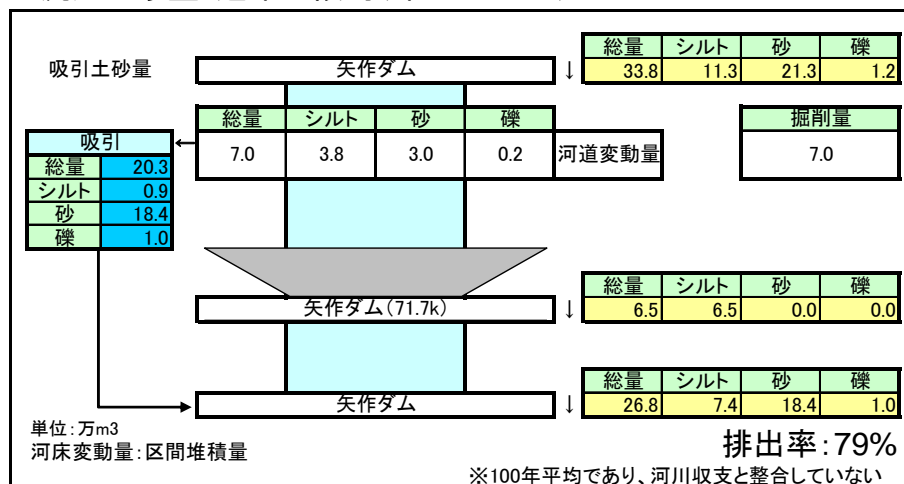
- 定性的には、砂防・治山施設の整備に伴い、超過洪水におけるダム流入土砂量が抑えられることが想定される。
- これを踏まえ、矢作ダムへの流入土砂量の条件を2パターン(①東海(恵南)豪雨なし、②50年後に東海(恵南)豪雨を1回)を想定し、矢作ダムからの排砂効率に与える影響を貯水池河床変動計算モデルにより求めた。
- この結果、東海(恵南)豪雨を考慮することで、流入土砂量が平均的に多くなり、排出率はやや低下する。
- 東海(恵南)豪雨など大規模降雨時に砂防堰堤により流入土砂量を抑えることは、排砂の効率化につながることを推測される。

【東海(恵南)豪雨による土砂流入あり】

<条件>

流況：S46~H16(S54除く)流況の繰り返し、50年目にH12

流入土砂量：近年の傾向(年33.8万m³)

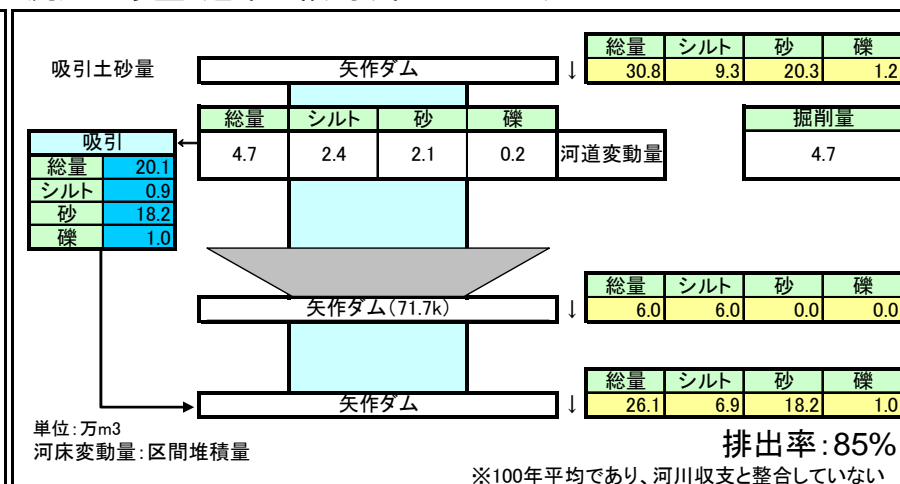


【東海(恵南)豪雨による土砂流入なし】

<条件>

流況：S46~H16(S54、H12除く)流況の繰り返し

流入土砂量：近年の傾向(年30.8万m³)



4.1(2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：年間流入量減少の効果

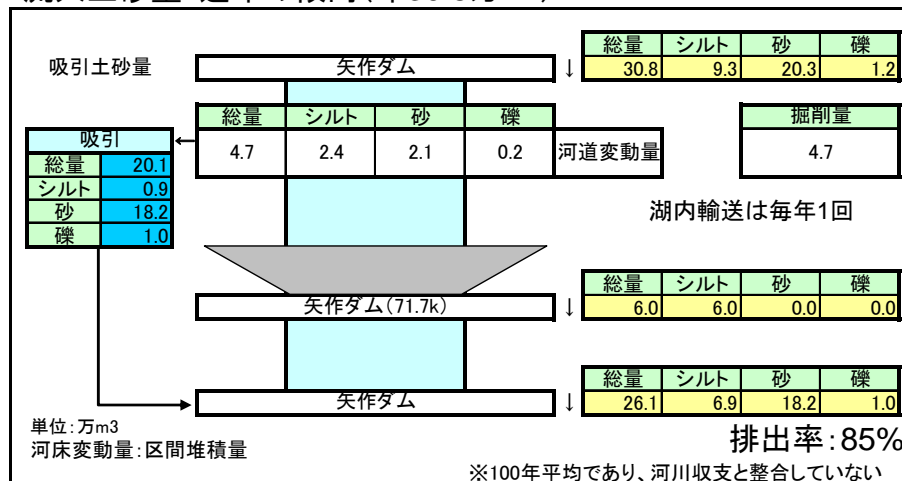
- 定性的には、砂防・治山施設の整備に伴い、年間の発生土砂量を抑制できると想定される。
- これを踏まえ、矢作ダムへの流入土砂量の条件を2パターン(①近年の傾向、②流入土砂量が少ない傾向)想定し、矢作ダムからの排砂効率に与える影響を貯水池河床変動計算モデルにより求めた。
- この結果、流入土砂量が少ない傾向(15.8万m³/年)まで抑えられれば、排砂効率は100%が期待できる。
- また、下流排出土砂量も少なくなり、全体コストも大幅に抑えることができる(排砂バイパス建設の費用は、維持掘削・運搬の費用より小さくなり、流入土砂量が少ない場合でも、排砂バイパスの妥当性は成り立っている)。

【現状と同程度の場合】

<条件>

流況：S46~H16(S54、H12除く)流況の繰り返し

流入土砂量：近年の傾向(年30.8万m³)

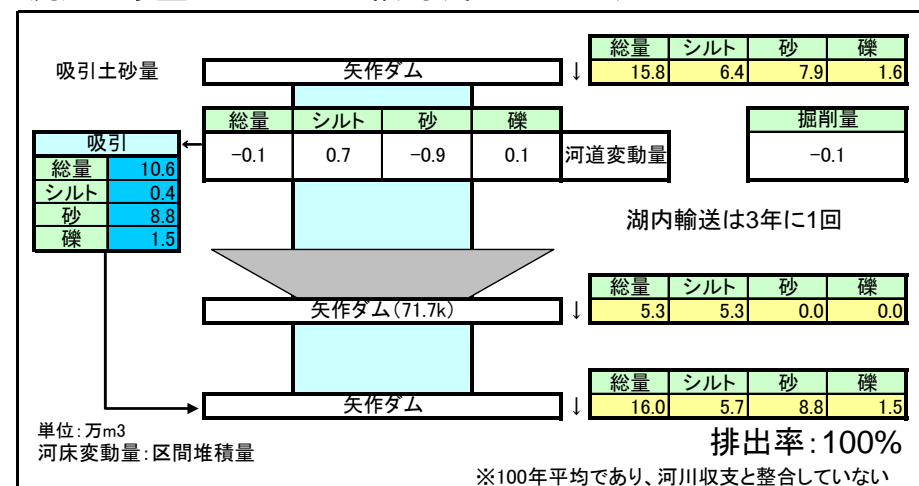


【流入土砂量が減少した場合】

<条件>

流況：S46~H16(S54除く)流況の繰り返し

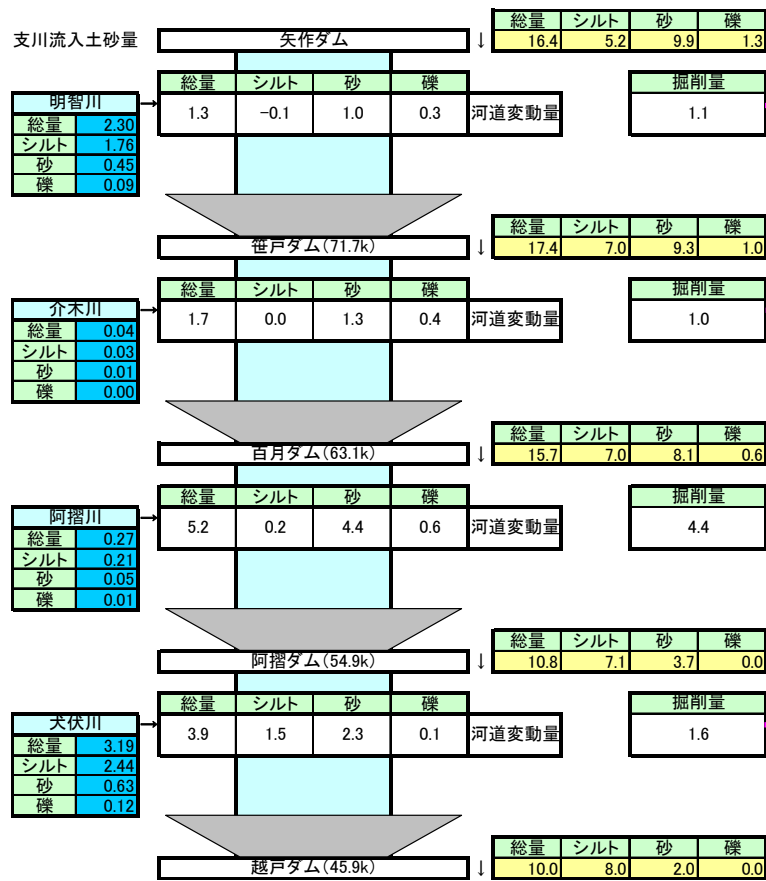
流入土砂量：S60~H11の傾向(年15.8万m³)



4.1 (2) 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：維持掘削量と目標土砂量の関係

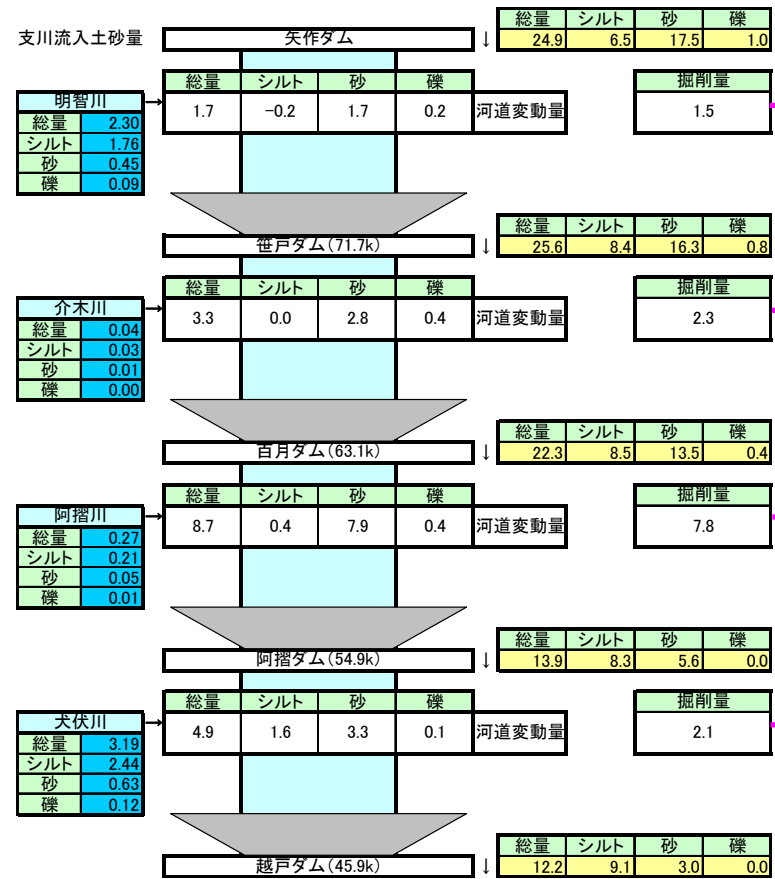
- 矢作ダムへの流入土砂量が減少した場合を対象に、ダム領域における維持掘削量および、河川領域への供給土砂量の変化を把握することとした。
- 流入土砂減少時には、維持掘削量は13.7万m³/年から8.2万m³/年に減少し、越戸ダムの通過土砂量は砂分で3万m³/年から2万m³/年に減少する。
- 河川領域への土砂供給量が減少することから、環境面の目標達成が困難(より一層長期化)となる可能性がある。
- 土砂生産領域における平常時の土砂供給について調整を図っていくことが必要である。

【矢作ダムへの流入土砂量が15.8万m³/年に減少した場合】



掘削土砂量 = 8.2万m³/年

【矢作ダムへの流入土砂量が30.8万m³/年の場合(標準ケース)】



掘削土砂量 = 13.7万m³/年

4.1(3) 土砂生産領域の土砂管理シナリオの方向性

<土砂生産領域での課題>

- 管理者へのアンケートから整理。
- 土砂生産領域での施策(砂防ダム等)とダム領域での施策(排砂運用等)の関連性を確認する必要がある。

<検討の実施>

- 管理者へのアンケートから整理。
- 土砂生産領域の対策シナリオにより、ダム領域での流入土砂量、排砂事業に大きな影響がないことを確認した。

<最適シナリオの抽出>

- 土砂生産領域における土砂管理目標は、管理者である愛知県、岐阜県、長野県が掲げる整備目標を達成するための整備メニューを土砂管理プランに位置付ける。
- この結果想定される矢作ダムへの流入土砂量を土砂生産領域のシナリオとする。



4.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオ(最適案の確認)

4.2(1)有カシナリオの抽出

4.2(2)土砂維持掘削・運搬の実現性

4.2(3)土砂運搬の実現性を踏まえた課題

4.2(4)ダム領域の土砂管理有カシナリオの内容、結果の整理

4.2(1) 有カシナリオの抽出

- 土砂管理目標を達成するためのシナリオは、昨年度までに概略検討を実施している。
- 昨年度検討では、発電ダムの運用を工夫したシナリオ2が、総費用および通過土砂量、掘削土砂量の評価において、シナリオ1より効果が高いことを確認した。

FF(フリーフロー): 洪水時排水門開放(以下、FFと称す)

表 ダム領域における有カシナリオ

		シナリオ0 (下流対策なし)	シナリオ1 (掘削方法の見直し)	シナリオ2※1 (発電2ダムの運用の工夫)	シナリオ3※3 (5%排砂時) 参考ケース	シナリオ4 (流入土砂減少時) 参考ケース	シナリオ5 (環境影響箇所全掘削) 参考ケース
流入土砂量		30.8万m ³	30.8万m ³	30.8万m ³	30.8万m ³	30.8万m ³	30.8万m ³
排砂濃度		2%	2%	2%	5%	2%	2%
発電ダム		現状	現状	百月ダム: 切下げなし+ 200m ³ /s以上FF※2 阿摺ダム: 切下げなし+ 200m ³ /s以上FF	百月ダム: 1m切下げ +200m ³ /s以上FF 阿摺ダム: 切下げなし +200m ³ /s以上FF	百月ダム: 1m切下げ +200m ³ /s以上FF 阿摺ダム: 切下げなし +200m ³ /s以上FF	百月ダム: 1m切下げ +200m ³ /s以上FF 阿摺ダム: 切下げなし +200m ³ /s以上FF
通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.0
	砂	17.5	17.5	17.5	21.8	9.9	17.5
	シルト	6.5	6.5	6.5	6.6	5.2	6.5
	合計	24.9	24.9	24.9	29.7	16.4	24.9
土砂収支 (万m ³ /年)	礫	1.2	1.2	1.1	1.5	1.4	1.1
	砂	15.1	17.8	15.7	19.7	9.0	16.0
	シルト	1.8	2.0	1.8	1.1	1.6	1.6
	合計	18.1	21.0	18.6	22.3	12.2	18.8
掘削量(m ³ /年)		0.0	17.6	13.7	16.9	8.1	15.4
通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	砂	3.6	0.8	3.0	3.2	2.0	2.7
	シルト	9.1	8.9	9.1	9.9	8.0	9.2
	合計	12.7	9.8	12.2	13.2	10.0	11.9
費用(億円/100年)		796.3	1439.6	1290.1	1136.1(+α)	674.5(+α)	1393.3(+α)

※1: 昨年度検討のシナリオ2-2-1の結果を示した。

※2: FF(フリーフロー)は洪水時排水門開放を示す。(以下、FFと称す)

※3: 5%のシナリオは、将来の技術開発により可能なシナリオであるが、現段階では有カシナリオとしない。

※4: 発電ダムのうち、百月ダムの1m切り下げは、仮設等を考慮するとかなり多額の費用を要することが想定されるため、再検討が必要である。

4.2(1) 有力シナリオの抽出

- 昨年度に総計39ケースを検討した結果、各シナリオについて総費用が最小となるケースは下表のとおりとなった(シナリオ4-2は今回追加ケース)。
- 各シナリオを比較した場合、発電ダムの設備改良・運用見直しのシナリオ2は、総費用および通過土砂量、トラック通過台数の評価において他のシナリオより改善効果が高い。
- シナリオ2のうち、発電ダムの施設改良は、多額の費用を要し、総費用が増大すると想定されること等から、有力シナリオとはしない。また、越戸ダムの通過土砂量が増加することにより、明治用水頭首工直上流区間の流下能力の低下が大きいことから、越戸ダムの運用は現状のままとする。この結果、有力シナリオは2-2-1が抽出される。
- ただし、シナリオ2-2-1は、実現性を踏まえた維持掘削の地点、規模、ダンプトラックの運搬ルート等の検討が必要である。次ページ以降で実施する。

<シナリオ評価のまとめ>

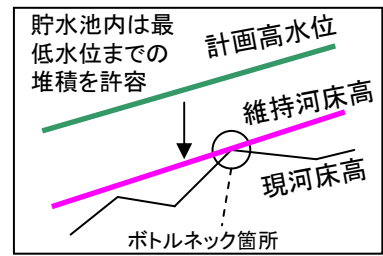
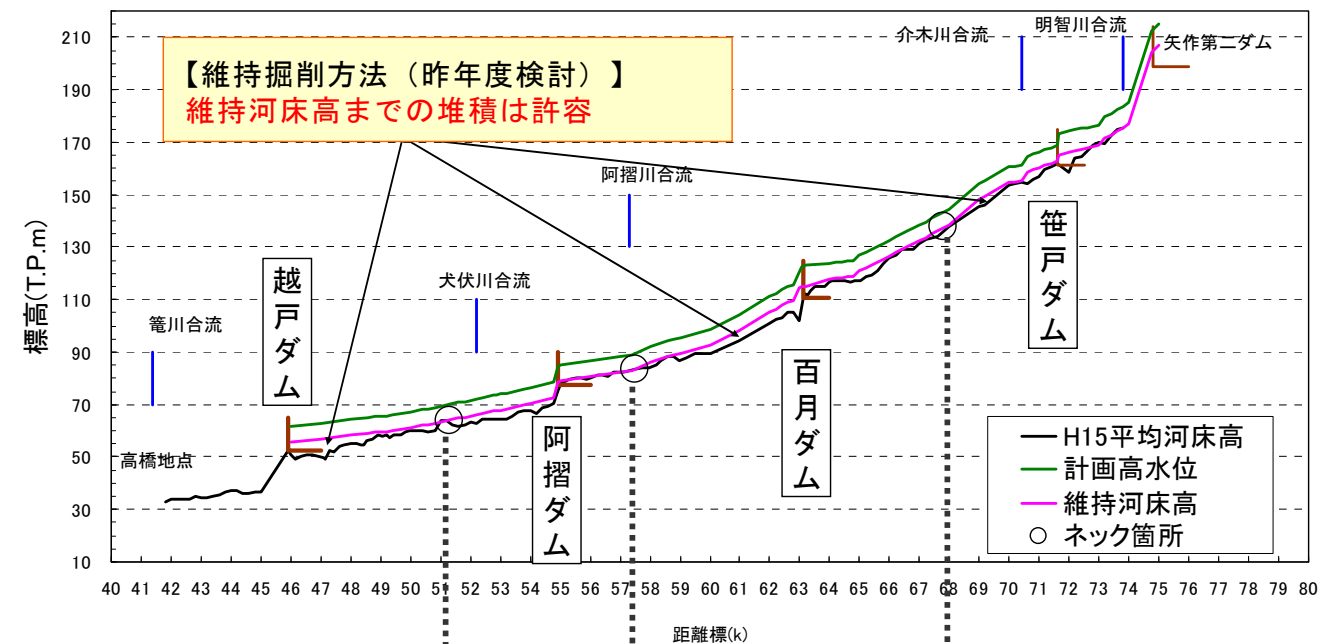
検討ケース	条件								河川環境以外の指標										総合評価				
	流入土砂量	矢作ダム排砂		発電ダム				維持掘削	総費用 (億円/100年)	砂分通過土砂量 (万m ³ /年)					治水 安全度	CO ₂ 排出量 (万k _g - CO ₂ 年)	トラック 通過台数 (台/年)	他河川 の実績	経過 年数	河川環境に係る指標		河川環境に 係る指標 (5/10)	有力率
		土砂濃度	排砂量	ケース名	百月	阿措	越戸			百月ダム	阿措ダム	越戸ダム	河川環境に係る指標										
													D60=19mm以上	D80=4.8mm以上									
シナリオ0(下流対策なし)	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	現状	現状	現状	現状	なし		25.3 (16.2)	15.5 (7.2)	12.7 (3.6)	×	41.8	12,455	○	10	71%	84%				
シナリオ1(掘削方法の見直し)	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D00	現状	現状	現状	あり (堆積許容)		21.9 (13.1)	8.4 (0.4)	9.8 (0.8)	○	98.8	58,844	○	10	73%	84%	コスト最大	5 (8)		
シナリオ2-1-1(発電2ダム ^{※1} の改良 ^{※2} ・運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D11-A30	1m切り下げ 200m ³ /s以上 FF ^{※5}	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		23.1 (14.1)	14.1 (5.8)	12.3 (3.1)	○	109.4	48,765	○	10	66%	83%		3 (7)	○	
シナリオ2-1-2(発電3ダム ^{※1} の改良 ^{※2} ・運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D11-A30-K11	1m切り下げ 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	1m切り下げ 750m ³ /s以上 FF	あり (堆積許容)		23.1 (14.1)	14.1 (5.8)	13.0 (3.8)	○	117.1	48,117	○	10	66%	83%		3 (7)		
シナリオ2-2-1(発電2ダム ^{※1} の運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		22.3 (13.5)	13.8 (5.6)	12.2 (3.0)	○	110.7	48,985	○	10	66%	81%		3 (7)	○	
シナリオ2-2-2(発電3ダム ^{※1} の運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D10-A30-K10	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 750m ³ /s以上 FF	あり (堆積許容)		22.3 (13.5)	13.8 (5.6)	12.7 (3.5)	○	118.5	48,490	○	10	66%	81%	コスト最小	3 (7)		
シナリオ3(5%排砂時)	30.8万m ³	5%	30.5万m ³	D11-A30	1m切り下げ 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		26.2 (16.3)	15.4 (6.3)	13.2 (3.2)	○	81.3	45,674	○	10	67%	83%		-	△	
シナリオ4-1(発電2ダムの改良・運用見直し、流入土砂量減少時)	15.8万m ³	2%	16.4万m ³	D11-A30	1m切り下げ 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		16.2 (8.4)	10.8 (3.7)	10.0 (2.0)	○	50.7	21,621	○	10	67%	79%		-	(参考)	
シナリオ4-2(発電2ダムの運用見直し、流入土砂量減少時)	15.8万m ³	2%	16.4万m ³	D10-A30	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		15.7 (8.1)	10.8 (3.7)	10.0 (2.0)	○	51.1	21,473	○	10	67%	80%		-	(参考)	
シナリオ5(環境影響箇所全掘削)	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	D11-A30	1m切り下げ 200m ³ /s以上 FF	切り下げなし 200m ³ /s以上 FF	現状	あり (堆積許容)		21.6 (12.7)	14.3 (5.9)	11.9 (2.7)	○	119.4	53,397	○	10	67%	80%		-	(参考)	

※1: 発電2ダムは百月ダム、阿措ダムを示す。発電3ダムは百月ダム、阿措ダム、越戸ダムを示す。
 ※2: 発電2ダムのうち、百月ダムの1m切り下げは、仮設等を考慮するとかなり多額の費用を要することが想定されるため、再検討が必要である。
 ※3: 発電2ダムのうち、百月ダム・越戸ダムからは用水の取水を行っており、フリーフローの操作は付帯する用水の確保に支障を来すことが想定されるため、再検討が必要となる。
 ※4: 昭和61年～平成11年の矢作ダムへの流入土砂量を元に設定した。その他の検討ケースは流入土砂量が標準ケースであり、恵那豪雨後の矢作ダムへの流入土砂量の傾向を元に設定した。
 ※5: FF(フリーフロー)は洪水時排水門開放を示す。(以下、FFと称す)
 ※6: トラック通過台数は、ダム掘削分を含む。
 ※7: 総費用にはリスク対応施設も含む。
 ※8: 通過土砂量のうち、かっこなしの数値は総量を示し、かっこ内の数値は砂分を示す。
 ※9: 代表粒径D60が粗砂と中砂の境界値である19mm以上、及び、中砂と細砂の境界値である4.8mmとなる区間の割合とした(発電ダム湛水区間を除き集計)
 ※10: 達成率が80%以上を3点、同70%以上80%未満を2点、同60%以上70%未満を1点としたときの合計点数とし、かっこなしの点数はD60が19mm以上、かっこ内の点数はD60が4.8mm以上を示す。
 ※11: 5%排砂のシナリオは将来の技術開発により可能なシナリオであるが、現段階では有力シナリオではないこと、シナリオ4、5は参考ケースであることから、評価対象外とした。

【分類】	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石	巨石
【粒径】	0.075	0.25	0.85	2.00	4.8	19	75	300 (mm)	

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性

■ 維持掘削方法は、現況河道の治水安全度が低下しない範囲で堆積を許容し、これ以上の堆積は掘削するものとした。



土砂がたまりにくい凹凸の少ない河道を維持することを目的として維持河床高を設定。
 ・維持河床高は必ずしも流下能力のクリティカルとならない
 ・河床変動後の河床高は必ずしも維持河床高となっているものではない(維持河床高まで堆積させるものではない)

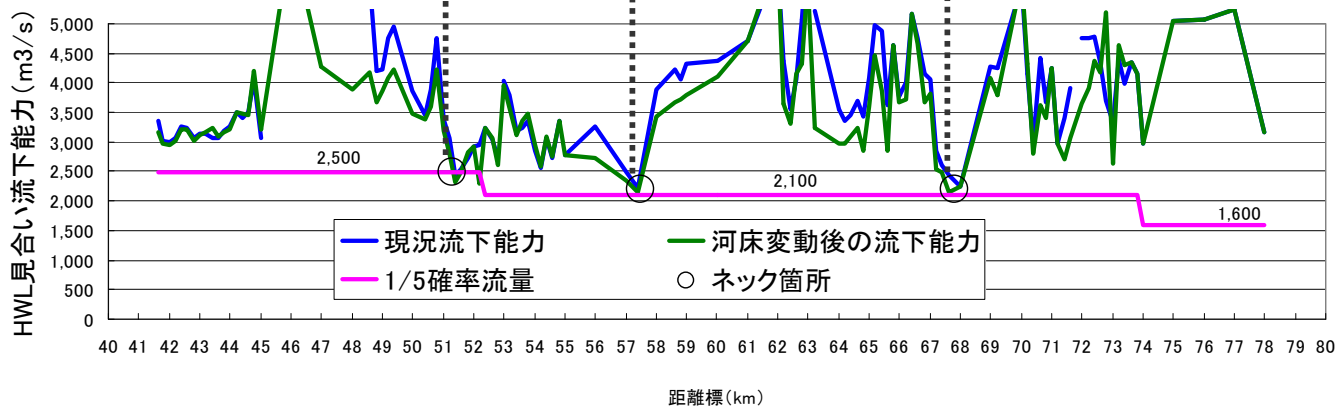


図 維持河床高の設定方法

※計画高水位は、愛知県提供値を用いた。

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：洪水時の河床変動の影響検討

■ 1/5確率流量に相当する昭和50年、昭和58年洪水が生起した場合でも、安全に洪水を流下できることを確認した。

計算条件⇒シナリオ2-2-1

百月：200m³/s以上FF 阿摺：200m³/s以上FF 越戸：現状
 河道：維持河床高以上は掘削(1年間の終わりに一回実施)

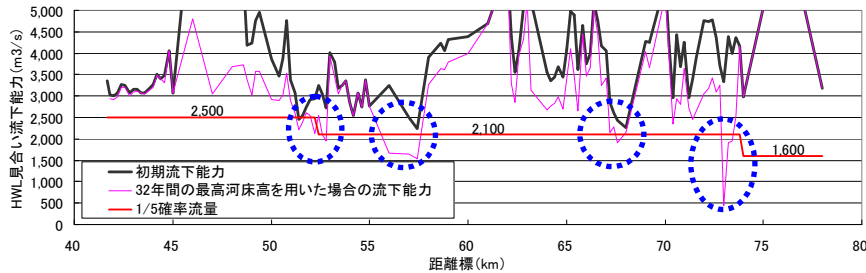


図 32年間の最高河床高を用いた場合の流下能力

洪水時の河床上昇により現況流下能力を確保できない可能性

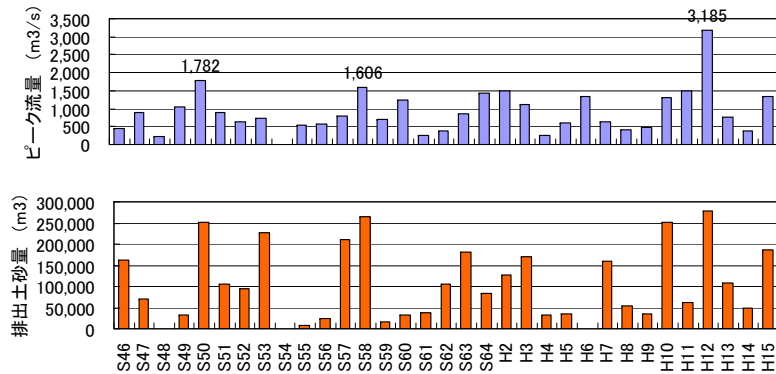
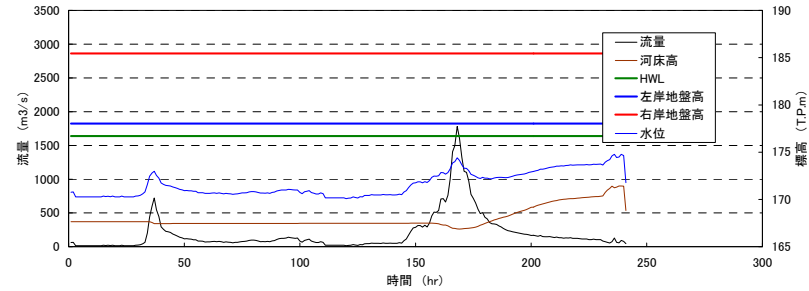


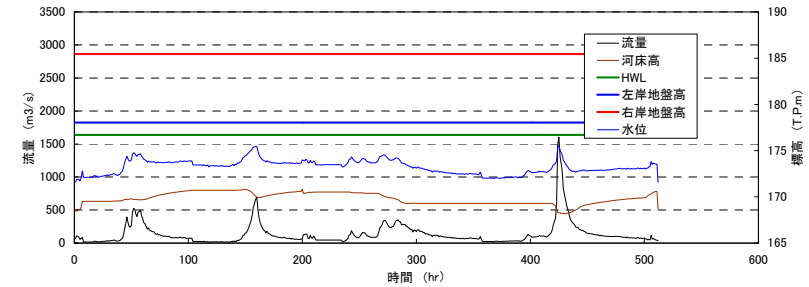
図 矢作ダム放流ピーク流量及び排出土砂量

ピーク流量、排出土砂量の上位3位の年(S50、S58、H12)を抽出
 ※S50、S58のピーク流量は1/5確率流量に概ね相当

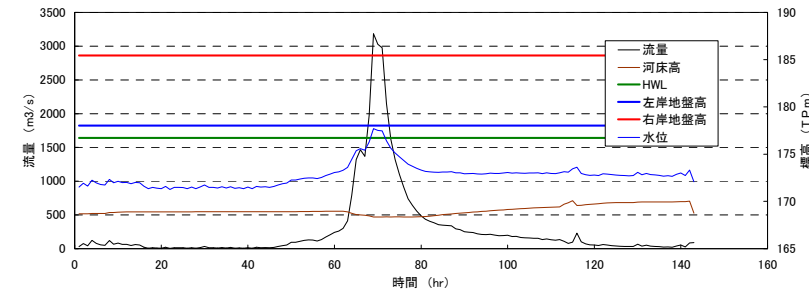
73.0km地点、昭和50年



73.0km地点、昭和58年



73.0km地点、平成12年



※一次元河床変動計算は、洪水時の流量ハイドログラフを1年分つなぎ合わせたものを対象期間としている。

図 流量及び水位の時系列変化(一次元河床変動計算結果、73kの例)

S50、S58洪水では、ピーク水位はHWL及び地盤高を超過しない。当該区間は掘り込み区間であり、治水安全度は確保される。

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：洪水時の河床変動の影響検討

■ 1/5確率流量に相当する昭和50年、昭和58年洪水が生起した場合でも、安全に洪水を流下できることを確認した。

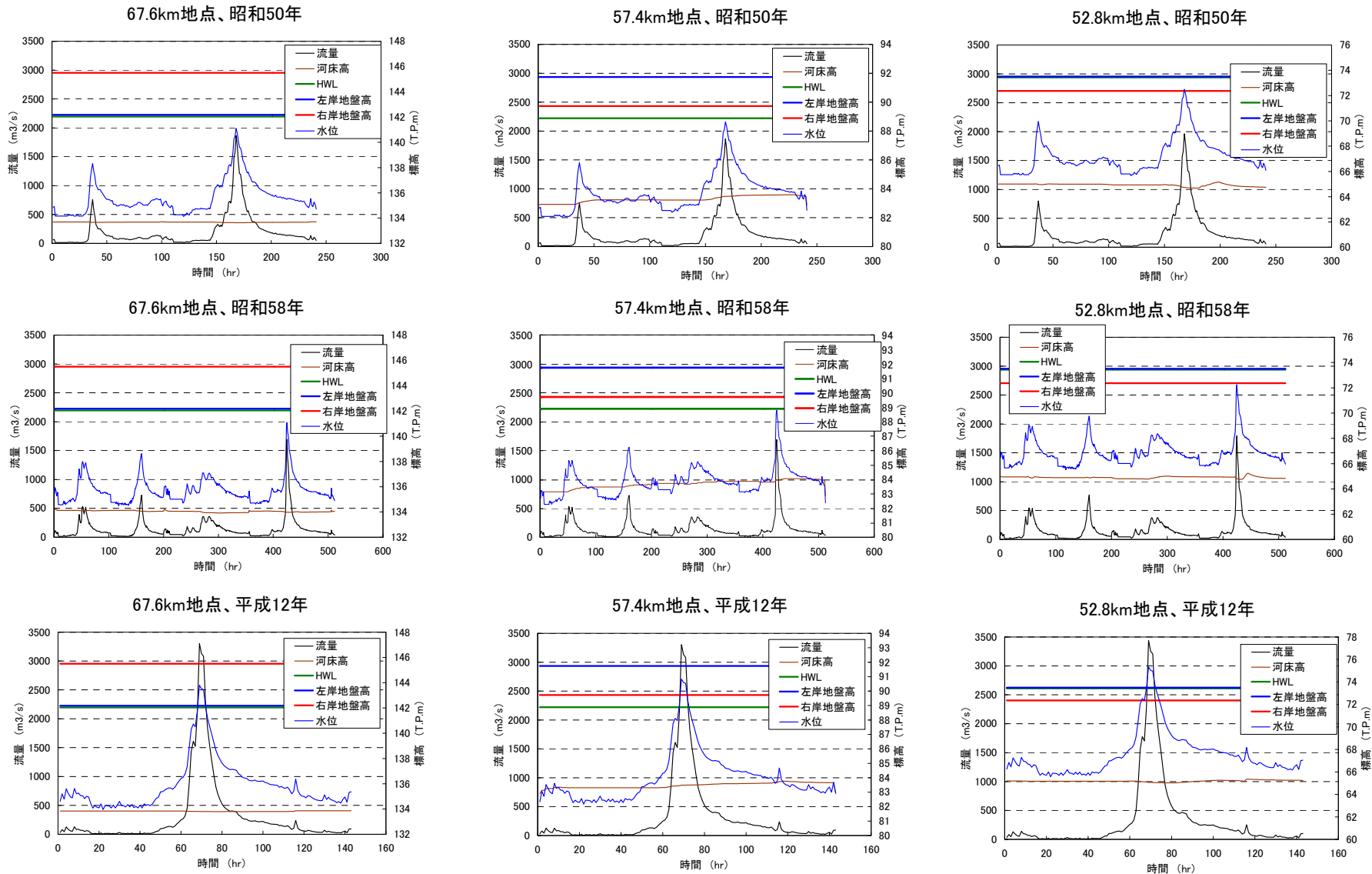


図 流量及び水位の時系列変化(一次元河床変動計算結果、67.6k、57.4、52.8k)

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：掘削頻度の検討

- 掘削頻度を2年に1回にした場合、掘削・運搬費用は低下するものの、掘削を実施しない年の治水安全度が維持できないことから、掘削頻度は1年に1回とする。

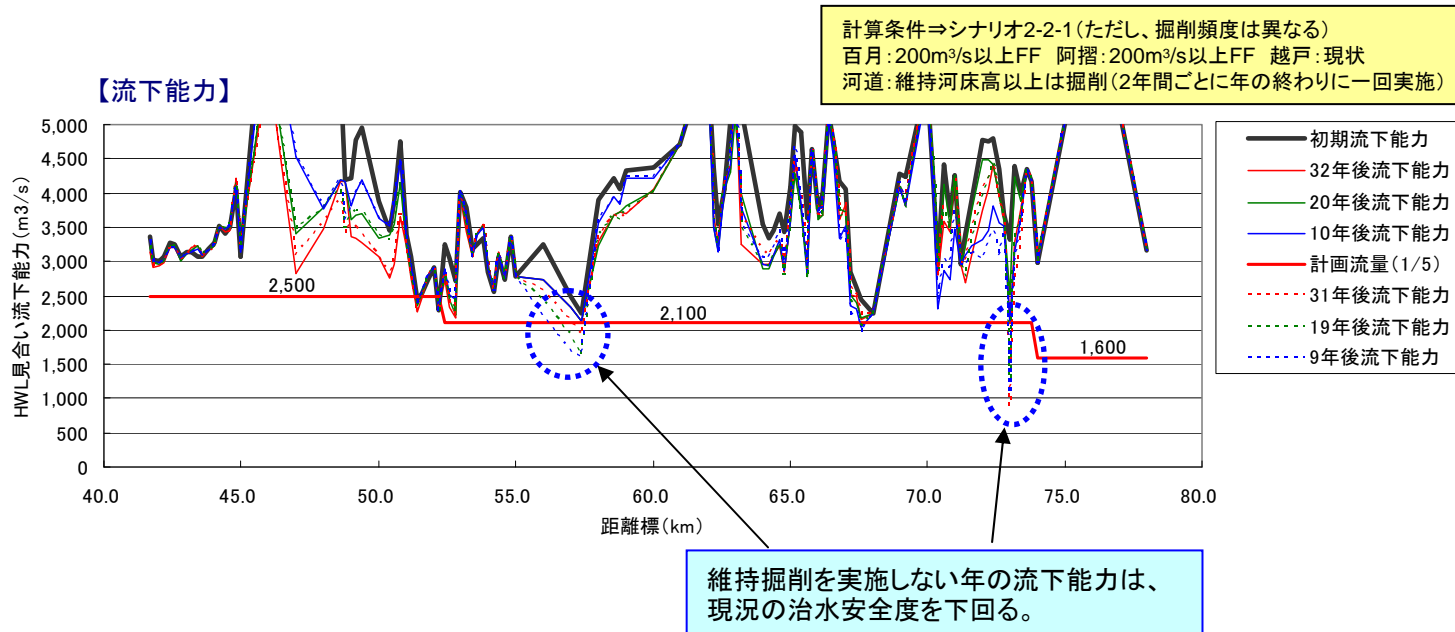


図 掘削頻度を2年に一回実施した場合の河床変動後の流下能力

表 掘削頻度による掘削・運搬費の比較

	掘削費	運搬費	合計
掘削頻度2年	66.9	368.9	435.8
掘削頻度1年	73.1	413.6	486.7
差分	6.2	44.7	50.9

単位: 億円/100年

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：掘削必要区間①

- 掘削必要箇所①の維持掘削量は2.1万m³/年であり、必要となるダンプトラック台数は約5,600台/年である。
- 掘削高は越戸ダムの最低水位以上の堆積分であり、常時満水位より約1.4m低い箇所にある。
- 貯水容量維持のために維持掘削を実施しており、60年後でも満砂にはならず、越戸ダム上流の堆砂は残る。
- このため、将来的に通過土砂量が劇的に多くなるとは考えにくい(掘削なしで越戸ダムをパスすることはない)



図 掘削必要箇所①(越戸ダム湛水域)

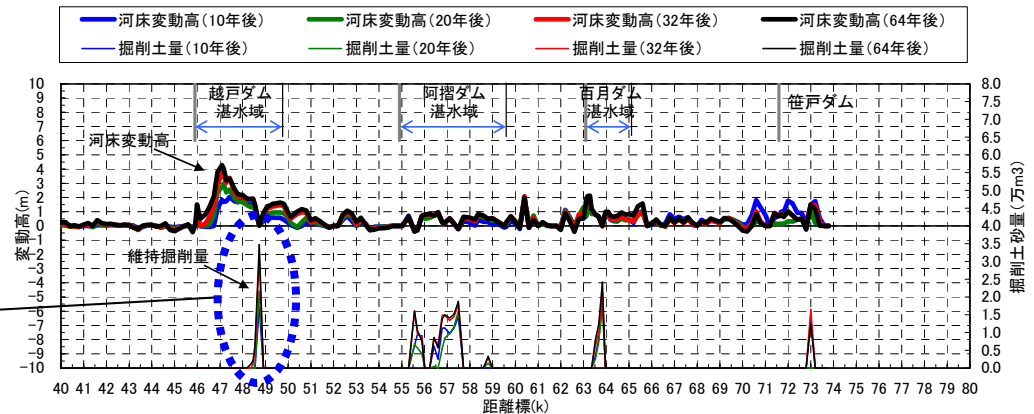
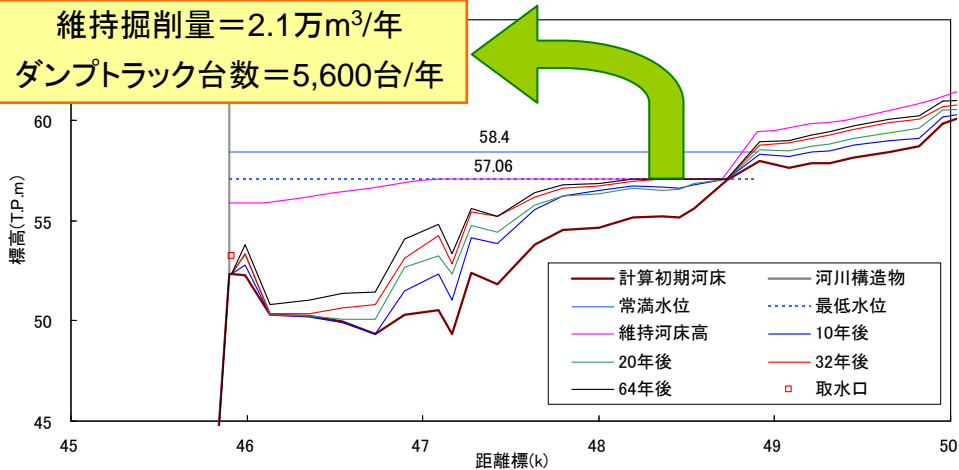


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※維持河床高：治水・利水上許容できる河床高

※ダンプトラック台数は、10トトラック、土砂の比重2.65を想定し算定した。

図 一次元河床変動計算結果(掘削必要箇所①)

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：掘削必要区間②

- 掘削必要箇所②における維持掘削量は7.8万m³/年であり、必要となるダンプトラック台数は約21,000台/年である。
- 掘削高は、現況流下能力を維持するために阿摺ダム lowest water level よりも低い場所に設定する必要があり、常時満水位より5m程度低い箇所にある。

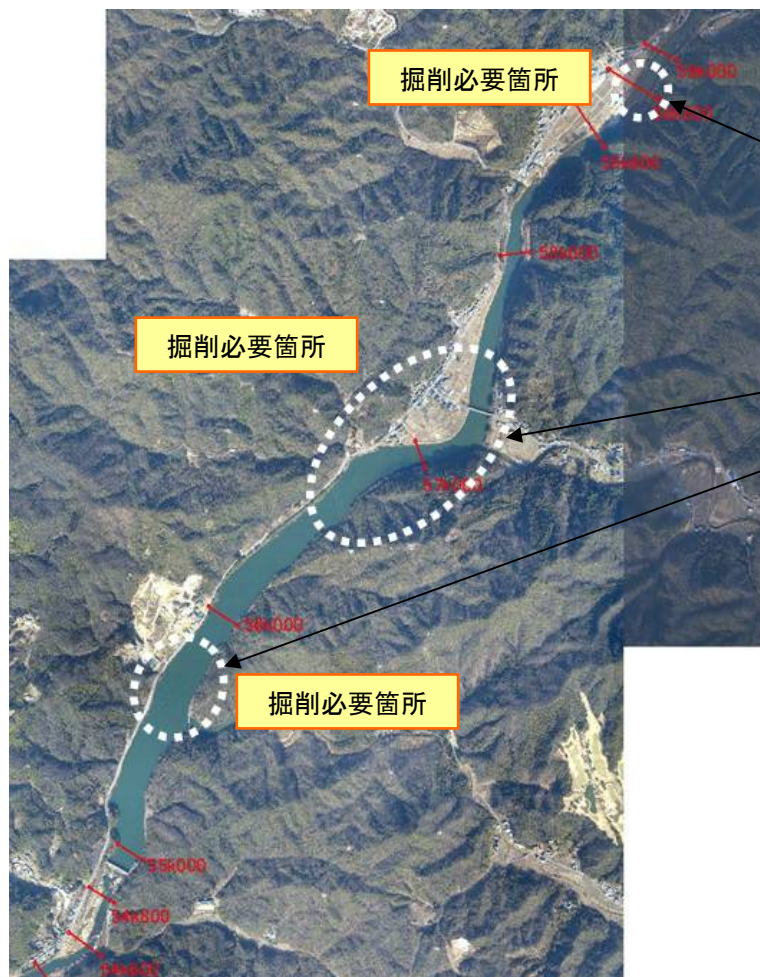


図 掘削必要箇所②(阿摺ダム湛水域)

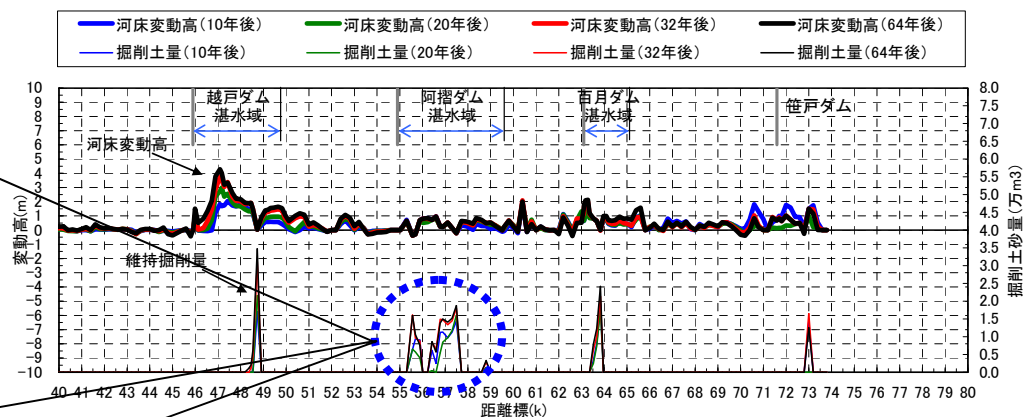
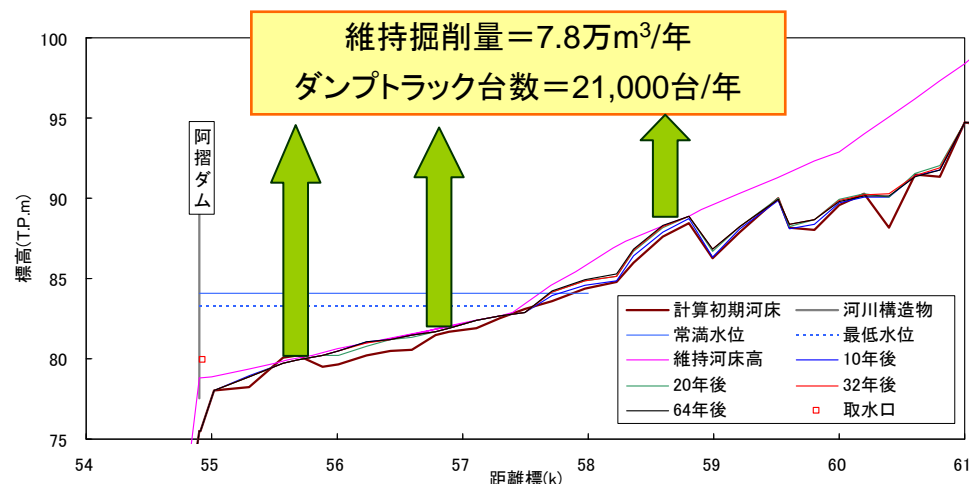


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※維持河床高：治水・利水上許容できる河床高
 ※ダンプトラック台数は、10トトラック、土砂の比重2.65を想定し算定した。

図 一次元河床変動計算結果(掘削必要箇所②)

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：掘削必要区間③

- 掘削必要箇所③における維持掘削量は2.3万m³/年であり、必要となるダンプトラック台数は約6,100台/年である。
- 掘削高は百月ダム の最低水位以上の堆積分であり、常時満水位より約1.0m低い箇所にある。

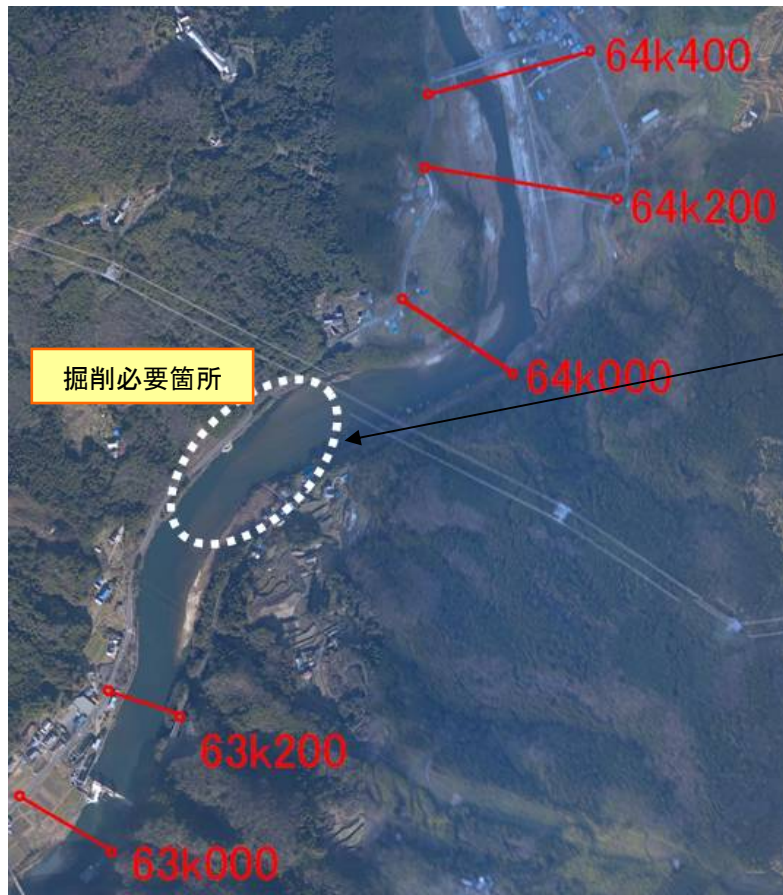


図 掘削必要箇所③(百月ダム湛水域)

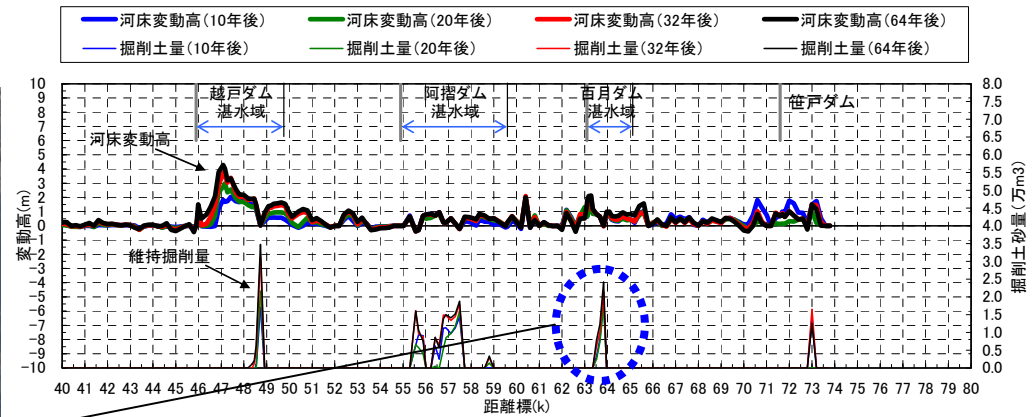
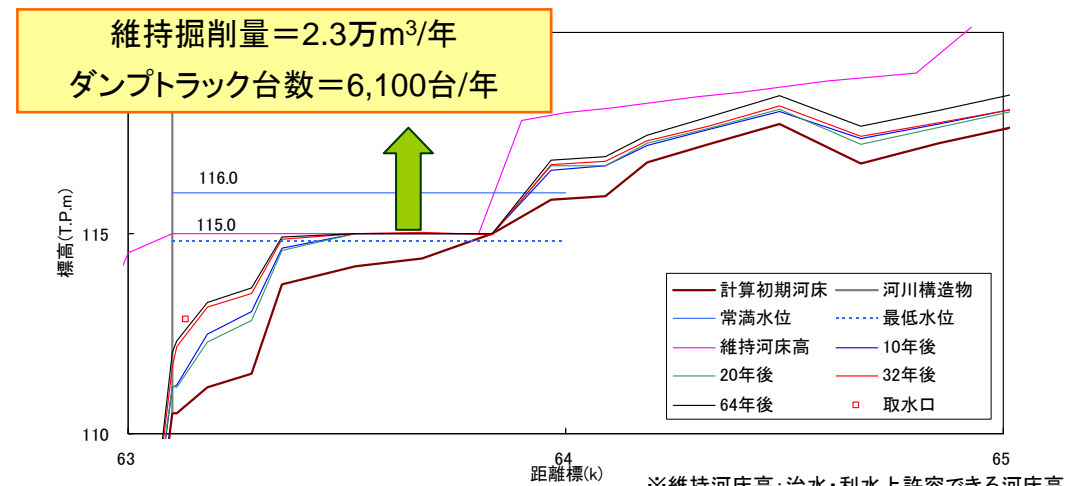


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※維持河床高:治水・利水上許容できる河床高
 ※ダンプトラック台数は、10トトラック、土砂の比重2.65を想定し算定した。

図 一次元河床変動計算結果(掘削必要箇所③)

4.2(2) 土砂維持掘削・運搬の実現性：掘削必要区間④

- 掘削必要箇所④における維持掘削量は1.5万m³/年であり、必要となるダンプトラック台数は約4,000台/年である。
- 2章で実施した平面二次元河床変動計算の結果より、土砂の堆積箇所は湾曲部内側の砂州上であると予測されることから、堆積土砂の掘削は可能と考えられる。

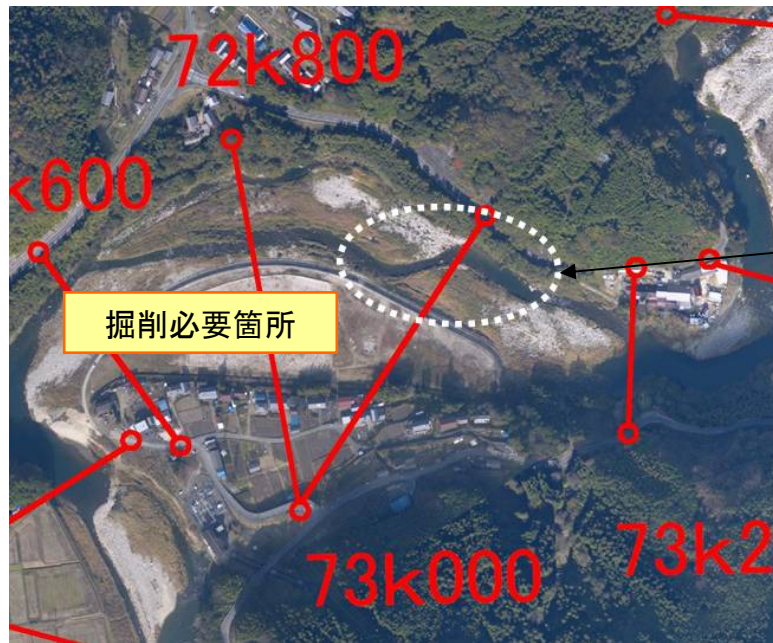


図 掘削必要箇所④

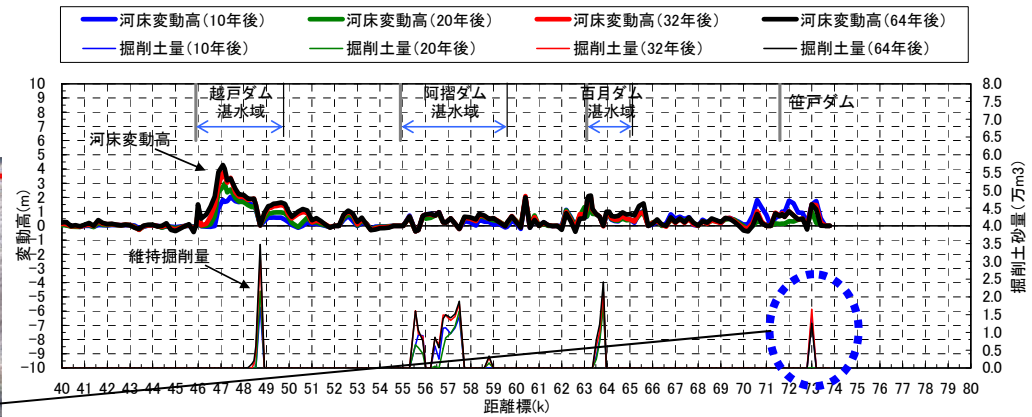
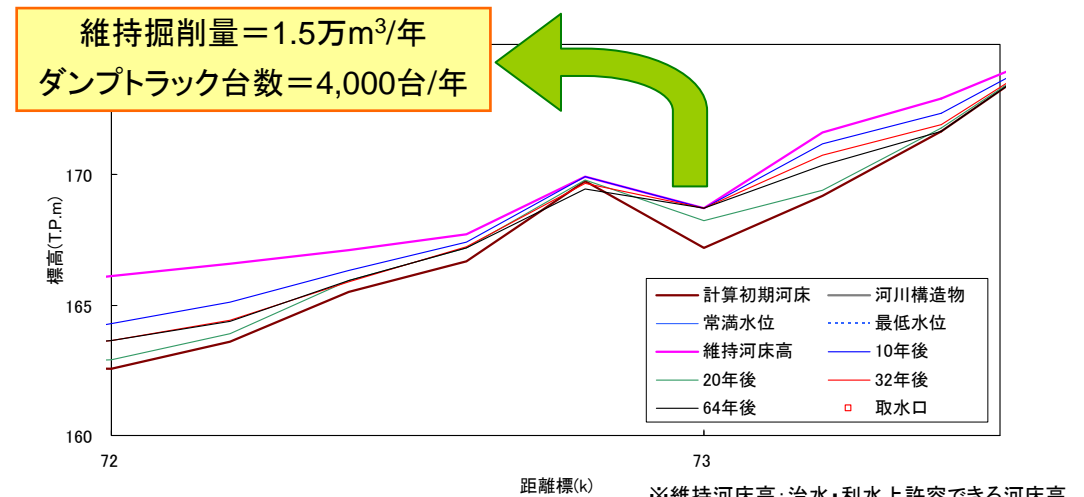


図 一次元河床変動計算結果(H21有カケース)



※ダンプトラック台数は、10トトラック、土砂の比重2.65を想定し算定した。

図 一次元河床変動計算結果(掘削必要箇所④)

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 掘削必要区間のうち、越戸、百月、阿摺ダム湛水域については、矢作ダム排砂後の必要掘削量以上の砂利採取等の実績が過去にあったと推察されることから、維持掘削は可能であると考えられる。
- ただし、維持掘削の実現性については、過去の実績だけではなく、今日の社会情勢の変化、掘削自体による環境への影響等も考慮して判断する必要がある。

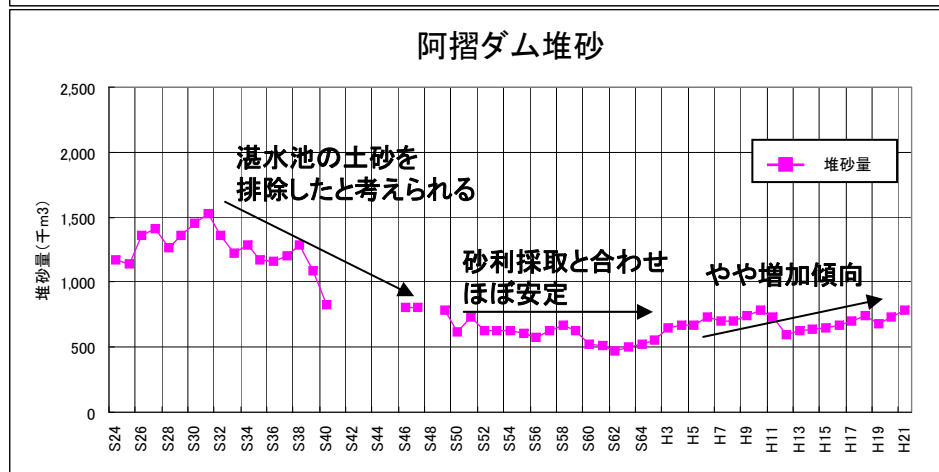
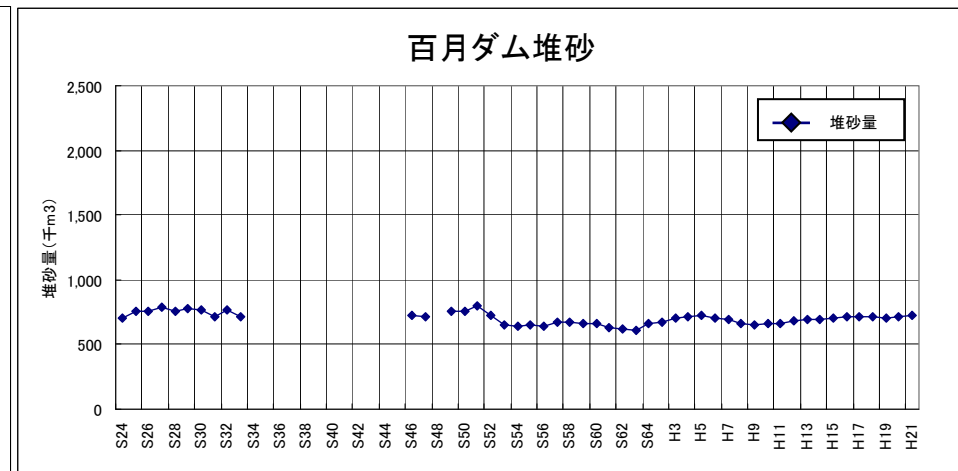
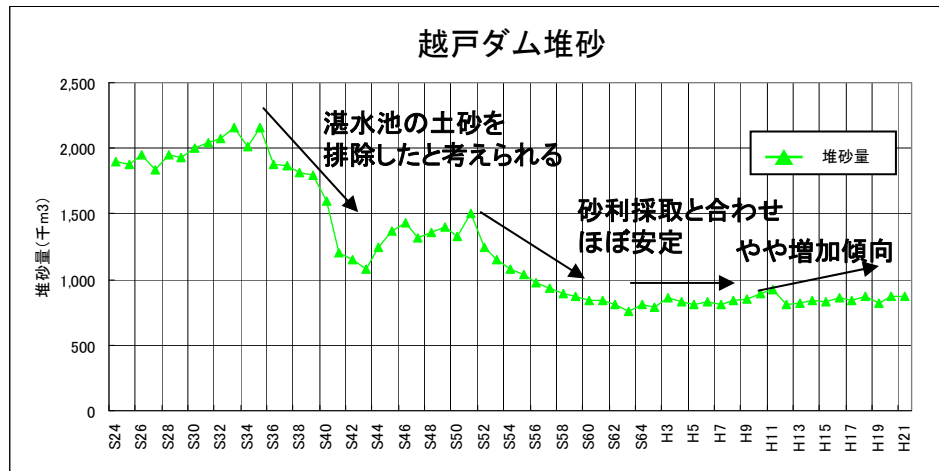


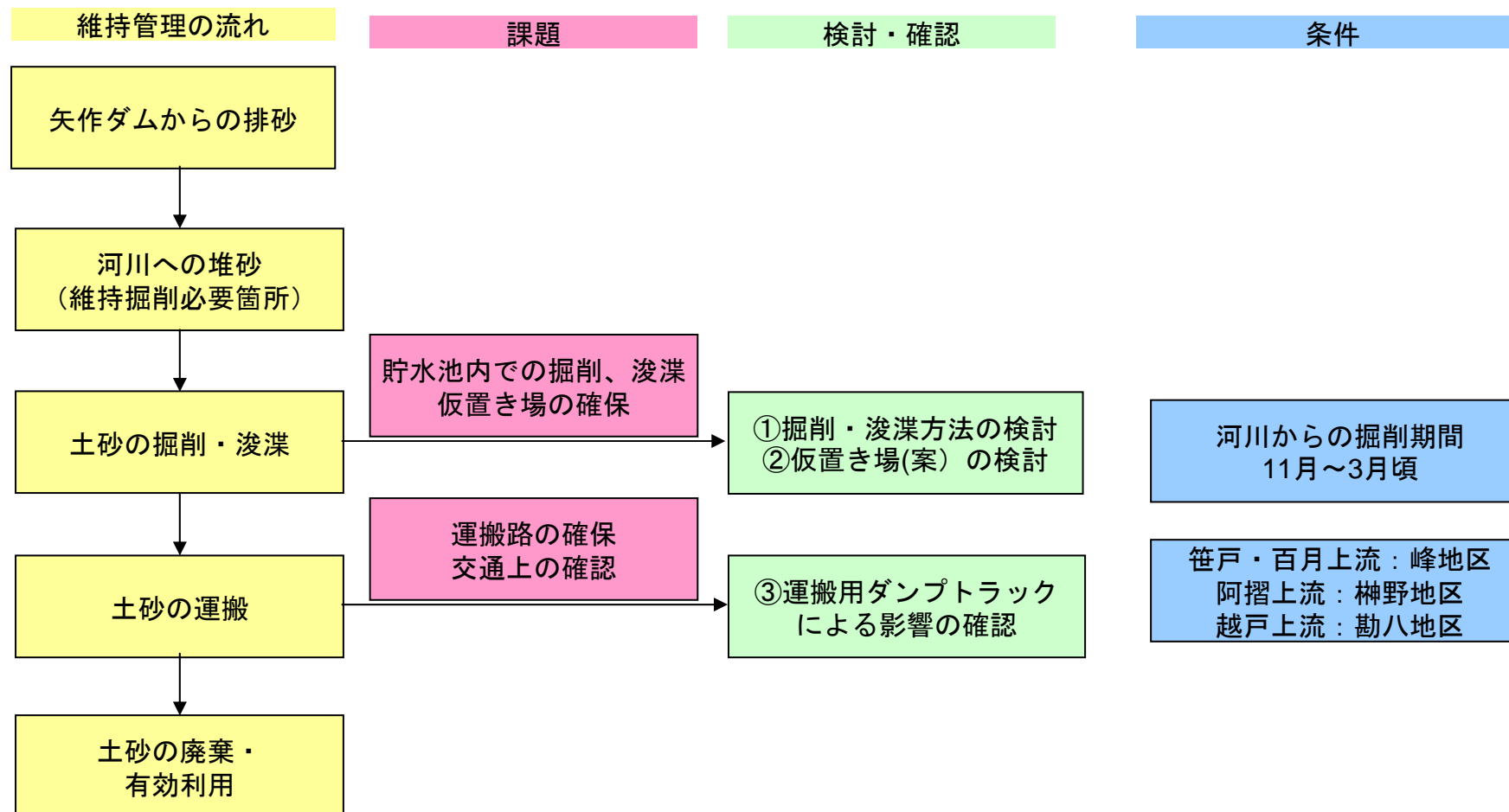
表 必要掘削量と砂利採取許可量の比較

掘削必要区間	矢作ダム排砂後の必要掘削量(万m ³ /年)	砂利採取許可量の最大値(万m ³ /年)
①越戸ダム湛水域	約2.1	不明
②阿摺ダム湛水域	約7.8	不明
③百月ダム湛水域	約2.3	不明
④73k地点	約1.5	実績なし

※排砂後の必要掘削量は、シナリオ2-2-1の値。

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- ダム領域に堆積し、維持管理上、掘削運搬が必要となる土砂の処理の手順について以下のとおり検討を行った。
- ここでは、詳細な検討により前述の運搬費用よりやや大きくなった。(4~5億円/年 ⇒ 6億円程度)
- 今後、浚渫場所、仮置き、運搬先等を検討しながら、必要費用についても詳細に検討していく必要がある。



4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

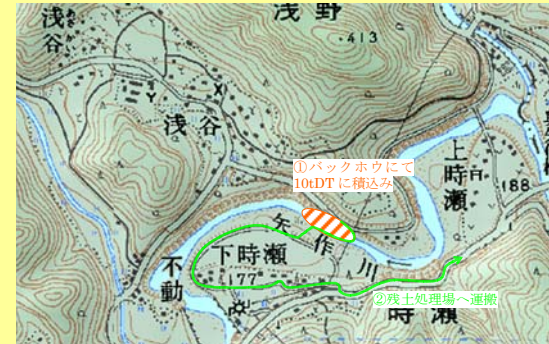
- 上流の笹戸ダムより上流の掘削はバックホウによる陸上掘削が可能と考える。
- 越戸ダム上流、百月ダム上流では、湛水域内での浚渫が必要となる。ただし水深が1m程度のため、水中ブルドーザを用いた浚渫により対応が可能と考える。
- 掘削により濁水発生の問題が想定されることから、別途対応策を検討する必要がある。

＜堆積土砂の掘削・浚渫方法の検討＞

笹戸上流

■ 砂州上の堆積となり、バックホウによる直接掘削、積み込みとする。

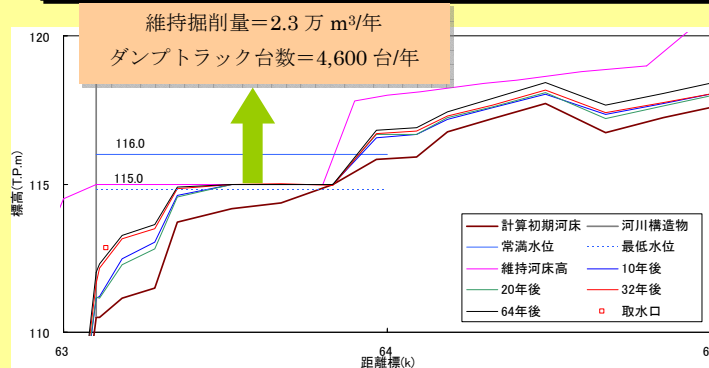
作業項目	施工機械
積込	バックホウ0.8m ³
運搬	10tダンプトラック



越戸上流・百月上流

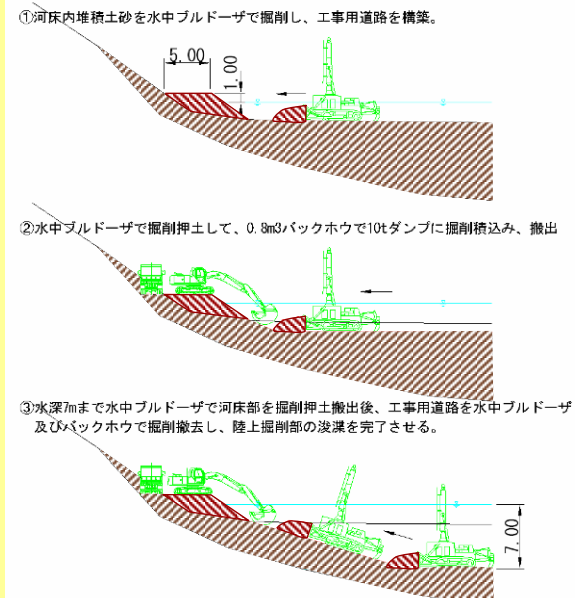
■ 水中の浚渫となるが、水深が浅いため水中ブルドーザを用いる

作業項目	施工機械
集土	水中ブルドーザ
積込	バックホウ0.8m ³
運搬	10tダンプトラック

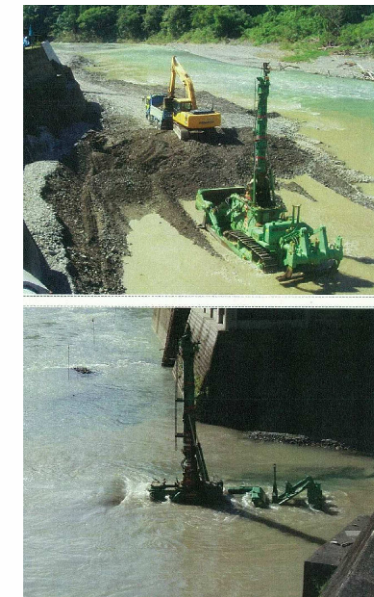


※ダンプトラック台数は、10トントラック、1台あたり5m³を想定し算定した。

陸上掘削順序図



陸上掘削イメージ図



※維持河床高: 治水・利水上許容できる河床高

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

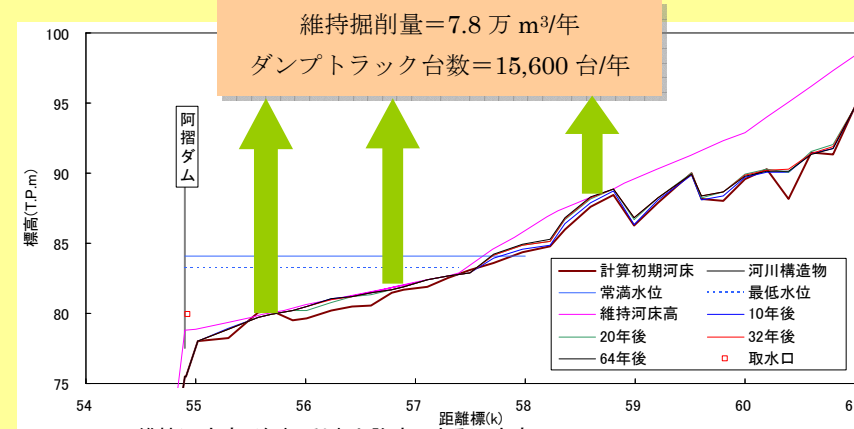
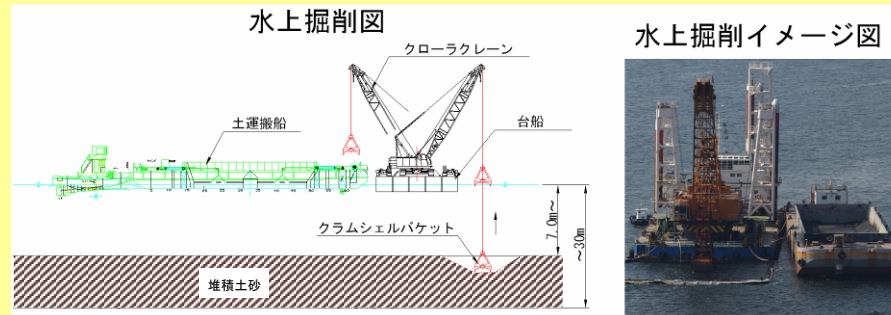
- 阿摺ダム上流では湛水域内での浚渫が必要であり、水深が深いことから台船からの浚渫により対応が可能と考える。

<堆積土砂の掘削・浚渫方法の検討>

阿摺ダム上流

- 水深が5m程度の位置からも浚渫が必要となるため、
- クラムシェル式の掘削機を搭載した浚渫台船を用いる。

作業項目	施工機械
浚渫	クラムシェル1.2m ³ (クローラクレーン40t) 組立て式台船+揚錨船+引船
浚渫土水上運搬	100m ³ 積み土運搬船+引船
積込	バックホウ1.4m ³
運搬	10tダンプトラック

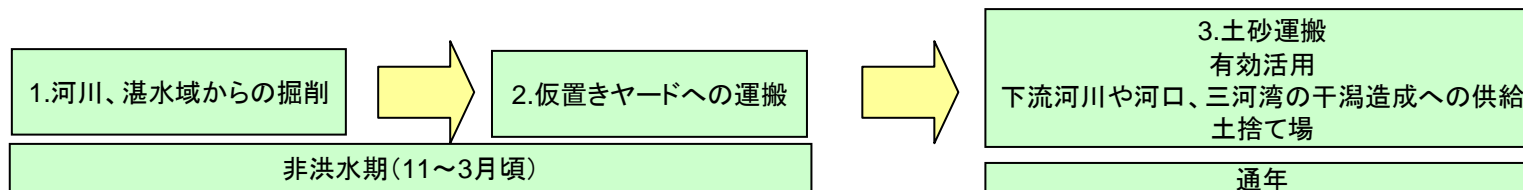


※維持河床高: 治水・利水上許容できる河床高

※ダンプトラック台数は、10トントラック、1台あたり5m³を想定し算定した。

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 維持掘削は以下の手順で実施することを想定している。
 1. 非洪水期での維持掘削(湛水域以外は陸上掘削、湛水域は台船を用いた浚渫)
 2. 仮置きヤードへの移動
 3. 年間とおした土砂運搬
- 実施においては施工計画の検討が必要である。
- 河川周辺に仮置きヤードが確保できるかが最も重要となる。



- 掘削量は洪水の生起状況、排砂実施状況により各年で変動が大きい。このため、運搬においては、仮置きをした上で、運搬する必要がある。(年によっては運びきれないほど堆積する possible)
- 仮置き量としては、維持掘削土量の最大量分が必要であるが、常時確保は困難であると考えられるため、平均土砂量程度の仮置きヤードを確保することとする。
- 洪水期においても仮置きする必要が生じるため、河川区域内に仮置き場を確保することはできない。周辺地域、自治体との協議により仮置き場を確保する必要がある。

笹戸ダム上流 掘削土砂量: 平均1.5万m ³ /年	→	量が少なく、運搬距離が短い ため直送する
百月ダム上流 掘削土砂量: 平均2.3万m ³ /年	→	量が少なく、運搬距離が短い ため直送する
阿摺ダム上流 掘削土砂量: 平均7.8万m ³ /年	→	仮置き7.8万m ³ /年
越戸ダム上流 掘削土砂量: 平均2.1万m ³ /年	→	周辺に仮置きヤードの適地なし 運搬距離が短いため直送する



4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 仮置きヤードは人家と離隔した山林の沢地形または、河川周辺を利用するものとする。
- 周辺地域、自治体との協議により仮置き場を確保する必要がある。

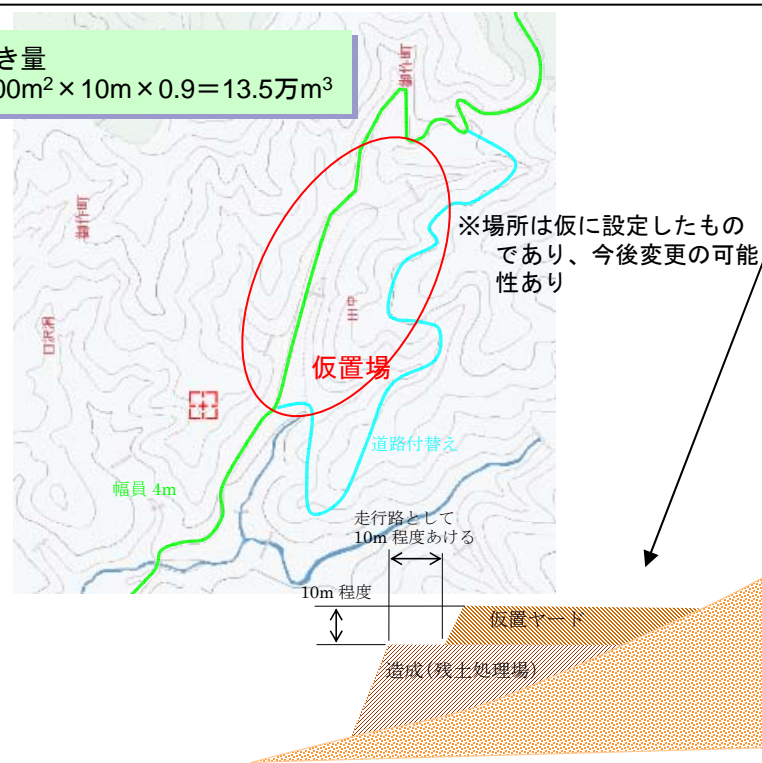
仮置きヤードとしての利用可能な場所

- ① 田畑の借地利用
- ② 沢地形を造成して利用 ← こちらを採用

① 田畑の借地利用の課題

- ・返納時に礫混入のトラブルが多い
- ・原形復旧が困難
- ・高盛土が困難(広い用地が必要)
- ・大型機材の騒音の問題

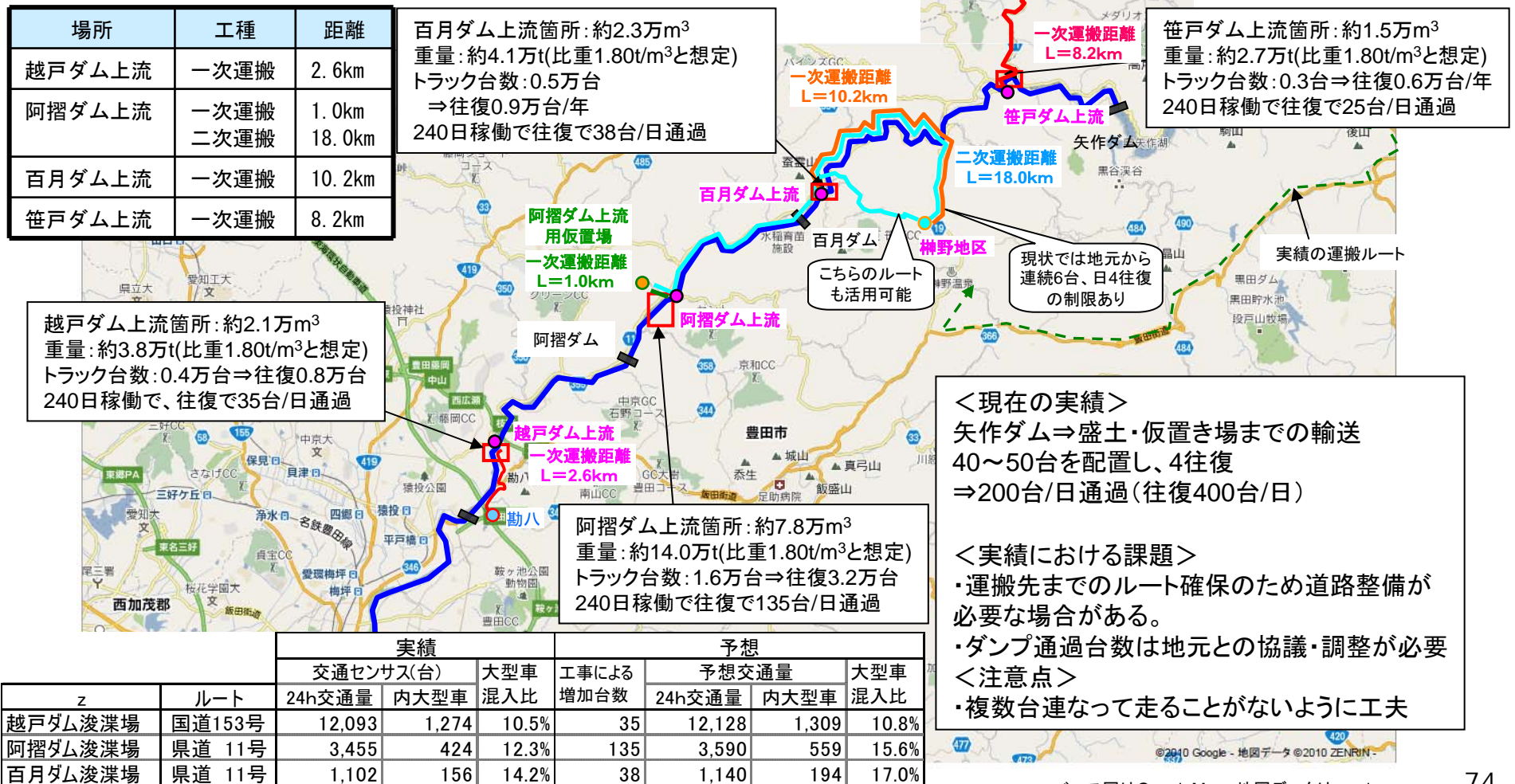
仮置き量
 $15,000\text{m}^2 \times 10\text{m} \times 0.9 = 13.5\text{万m}^3$



<阿摺ダム上流の仮置きイメージ : 7.8万m³>

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 近年の矢作ダム堆積土砂の運搬実績から見ても運搬は可能と考えられる。
- 主要道路へのアクセスとして往復での通過台数は、百月ダム上流で65台/日、阿摺ダム上流で135台/日、越戸ダム上流で35台/日となる。
- アクセス道において、学校等の施設はない。通学路となっているルートは考えられ、運搬時間などの調整が必要となる可能性がある。
- 実績では往復での通過台数で400台/日の実績があり運搬は可能であると考えられるが、ルート設定、通過可能台数、その他条件については地元との協議が必要である。(場合によっては道路整備も含む)
- 主要な道路における大型車混入率の上昇は大きなものではない。



4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 概算工事費は約9億円/年となる。
- これまでの費用に対し、河川からの掘削費用が高くなっている。
- 特に阿摺上流では、土砂量、運搬距離が大きく、かつ浚渫及び水上運搬が必要となることから費用が高くなる。

<掘削・運搬の概算費用>

場所	工種	費用	合計	備考
越戸上流	水上掘削	27百万	45百万	土砂量:2.1万m ³
	積込み・運搬	18百万		運搬距離:2.6km
阿摺上流	浚渫・水上運搬	250百万	474百万	土砂量:7.8万m ³
	揚土・一次運搬	49百万		運搬距離:1.0km
	積込み・二次運搬	175百万		運搬距離:18km
百月上流	水上掘削	30百万	68百万	土砂量:2.3万m ³
	積込み・一次運搬	38百万		運搬距離:10.2km
笹戸上流	積込み・運搬	22百万	22百万	土砂量:1.5万m ³ 運搬距離:8.2km
直接工事費(合計)			609百万	
概算工事費(合計)			913百万	直工×1.5

※仮置きヤードの借地料は含まない

【土砂運搬の課題】

- 掘削・浚渫の費用が高くなるため、できるだけ浚渫、水中運搬とならないよう、必要に応じて土砂捕捉のための対策を検討する
運搬先(運搬距離)については、有効利用等を考慮して設定する必要がある。
- 有効活用による運搬費用の軽減、分担について今後検討、協議していく必要がある。
- 仮置きが必要となる阿摺ダム上流側では、仮置きヤード設置の地元調整が必要となる。
- 運搬経路については、必要に応じて拡幅などの対応を検討する。

4.2(3) 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

(1) 骨材需要動向調査

◆調査方法

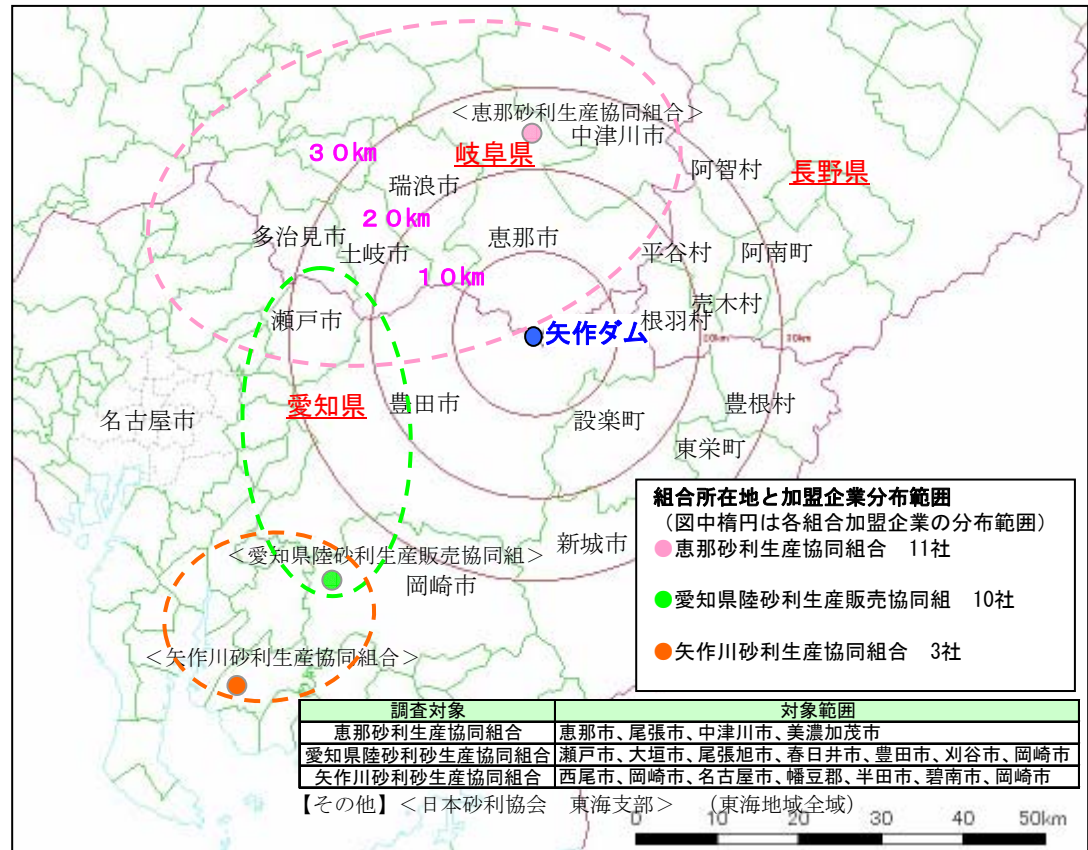
- 矢作ダムから半径30km付近に加盟企業を有する3つの砂利組合にアンケート及びヒアリング調査を実施（平成21年実施）

◆調査結果

- 骨材取扱量は3組合で年間約202万 m^3 で、矢作ダム土砂発生量（年間最大約20万 m^3 を想定）を上回る
- 骨材取扱量は3組合、加盟24社中19社で年間合計約65万 m^3 程度の受入量を確認。
- 矢作川中下流域の骨材需要は、将来的な土砂掘削場所（仮定）である越戸ダムから約10km圏内の7事業者で年間約12万 m^3 の需要量を確認。
- 事業所（プラント）の受渡を前提とした堆積土砂の価格は平均価格で300円/tであった。

◆その他の有効活用

- 河口干潟、三河湾における干潟造成における造成材への利用
- 河川への直接的な投入による場の環境改善



4.2(4) ダム領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理

<ダム領域の土砂管理目標>

- 排砂による治水・利水容量の回復
- 礫床環境の維持

<ダム領域での課題>

- 排砂による環境への影響
- 掘削運搬の実現性の確認

<検討の実施>

- 昨年度検討の複数のシナリオについて、生物生息・生育場への影響、および維持掘削の可能性を検討した。
- 生物生息、生育場への影響については、昨年度実施した一次元河床変動計算による評価結果を踏まえ、排砂による影響が顕著と考えられる排砂地点直下流区間を対象として、平面二次元河床変動計算による物理環境・生物環境への影響評価を実施した。また、保全対策については、①矢作ダムからの排砂量の低減、②フラッシュ放流による効果を検討した(3.2 ダム領域の保全対策の検討を参照)。
- 維持掘削については、①洪水時の河床変動状況を考慮した治水安全度の確保状況、②掘削頻度の妥当性、③維持掘削の規模・位置・ダンプトラック通過台数等を踏まえた実現可能性の検討を行った。

<最適シナリオの抽出>

- コスト、土砂管理目標の達成状況等を総合的に考慮し、シナリオ2-2-1(百月ダム、阿摺ダムの運用の工夫を想定)を抽出した。
- 土砂運搬については、砂を資源と考え、有効に活用を推進していく。

表 土砂管理目標の達成状況と制約条件への対応状況

項目	評価	備考
土砂管理目標の達成状況	<p>【排砂による治水・利水容量の回復】</p> <p>排砂バイパス及びダム放流口から25万m³/年の土砂を排出。残りは貯水池の維持浚渫により、流入土砂量の全量排出を達成できる。</p> <p>【礫床環境の維持】</p> <p>代表粒径D₆₀が19mm以上となる区間を60%以上確保できる。</p>	<p>貯水位・流況：S46～H16の繰り返しによる100年間(S54(取水設備工事による水位低下)、H12(東海(恵南)豪雨)を除く)</p> <p>流入土砂量：30.8万m³/年(H13～H16期間における平均流入土砂量)</p> <p>排砂濃度：2%</p> <p>排砂開始流量：94.7m³/s</p> <p>排砂バイパスからの最大放流量：100m³/s</p>
排砂による環境への影響	<p>生物への影響予測区間にしか生息しない種は認められないこと、保全対策を実施した場合にはコスト的に妥当性が成立しないことから、保全対策の必要性は現時点では比較的小さいと考えられるが、土砂動態の生物環境への影響は不明である点も多いことから、モニタリング結果を踏まえ、保全対策を講じていく必要がある。</p>	<p>保全対策は、モニタリングにより、特定外来種の増加や、付着藻類や底生生物の変化に伴う周辺魚類への影響(餌の減少等)が確認された場合に専門家の意見を聞きながら実施する。保全対策としては、堆積土砂を除去することを基本とし、一時的な排砂停止によるフラッシュ、直接的な掘削、生物生息環境に適した箇所整備・確保などが考えられる。</p>
土砂維持掘削・運搬の実現性の確認 ^{※2}	<p>治水安全度の確保、発電ダムの機能維持のために維持掘削が必要である。</p> <p>掘削量：約13.7万m³/年(ダム領域全体)</p>	<p>流況：S46～H15の繰り返しによる100年間(H12は50年目に1回のみ)</p> <p>掘削頻度：1年間の終わりに毎年実施</p> <p>掘削位置：越戸ダム、阿摺ダム、百月ダム、笹戸ダム上流の掘削必要区間^{※3}</p>

※1: 粗礫と中礫の境界値。

※2: 維持掘削方法については発電貯水池運用等と調整を図り、実現可能性をさらに詰めていく必要がある。掘削土の処分については、矢作川中下流部においてある程度の骨材需要量を確認しており、コスト縮減のために有効活用促進策の検討を進める必要がある。

※3: 掘削必要区間は、維持管理河床(治水・利水上許容できる河床高)以上に堆積する河道区間、湛水区間。



4.3 河川領域のシナリオ（最適案の確認）

4.3(1)河川領域のシナリオの条件

4.3(2)明治用水頭首工の運用による土砂通過の可能性

4.3(3)明治用水頭首工下流に土砂を移動させる方策の可能性

4.3(4)河川領域の土砂管理シナリオの感度分析

4.3(5)河川領域の土砂管理シナリオの抽出

4.3(6)河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理

4.3(1) 河川領域の土砂管理シナリオの条件

- 河川領域における土砂管理シナリオは、整備計画河道が設定されていることを踏まえ、河道の整備状況に応じたシナリオを抽出するため、現況河道と整備計画河道を対象に検討するものとする。
- ダム領域シナリオ2-2-1(供給土砂条件②)における越戸ダムからの供給土砂量は、砂分で約3万m³/年となるが、環境面から設定した土砂管理目標を達成するためには、供給土砂量のさらなる増加が必要である。
- これを踏まえ、河川領域の土砂管理シナリオの検討においては、ダム領域シナリオ2-2-1を与条件として、土砂供給量を増加させるための方策について検討を行うものとする。

表 供給土砂条件の感度分析結果

		供給土砂条件① (矢作ダムからの排砂なし)		供給土砂条件② (ダム領域シナリオ2-2-1: 矢作ダムからの排砂+発電2ダムの運用の工夫)		供給土砂条件③ (供給土砂条件②+越戸ダム直下に3万m ³ /年の人的土砂供給)		
		現況河道	整備計画河道	現況河道	整備計画河道	現況河道	整備計画河道	
越戸ダム	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
		砂	0.7	0.7	3.0	3.0	5.9	5.9
		シルト	8.5	8.5	9.1	9.1	9.1	9.1
		合計	9.3	9.3	12.2	12.2	15.1	15.1
掘削量(m ³ /年)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
明治用水頭首工	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
		砂	0.9	0.9	3.1	3.1	5.3	5.2
		シルト	8.8	8.6	9.2	9.2	9.2	9.2
		合計	9.8	9.5	12.5	12.4	14.7	14.4
掘削量(m ³ /年)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
岩津	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		砂	1.4	1.4	3.5	3.5	5.2	5.2
		シルト	8.9	8.9	9.5	9.5	9.5	9.5
		合計	10.4	10.4	13.1	13.2	14.9	14.9
河口	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		砂	0.7	0.6	1.8	1.7	2.2	2.0
		シルト	9.1	9.1	9.7	9.7	9.7	9.7
		合計	9.8	9.7	11.5	11.3	11.8	11.7

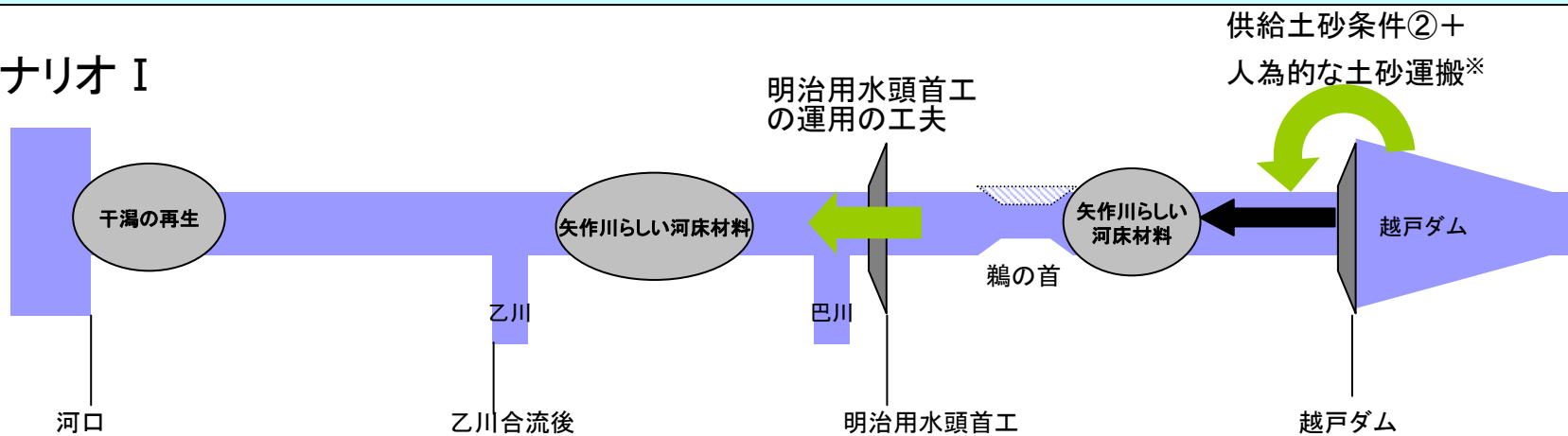
土砂管理目標の達成のためには、土砂供給量のさらなる増加が必要

通過土砂量を増加させるためには人為的な運搬等の方策の検討が必要

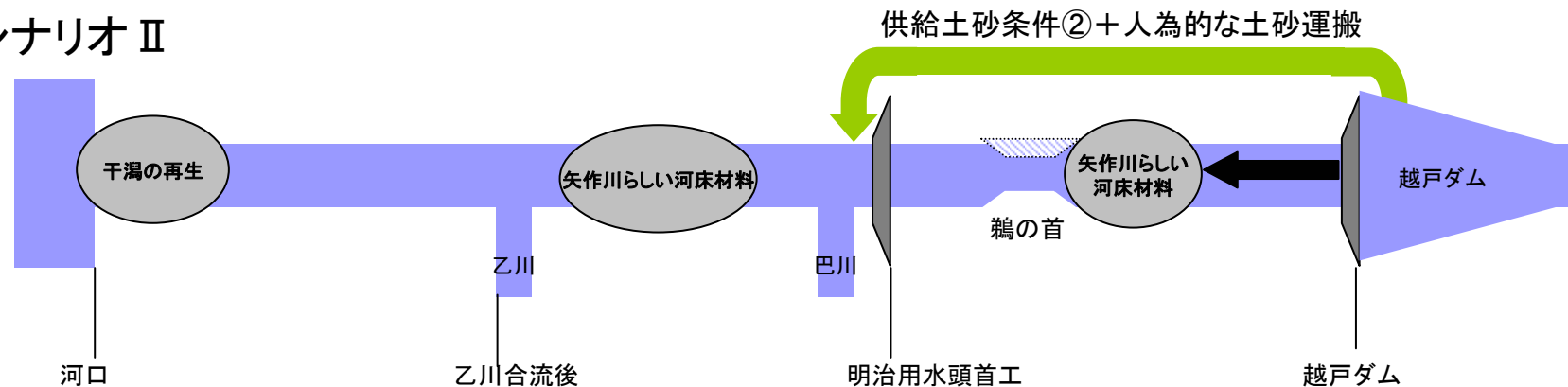
4.3(1) 河川領域の土砂管理シナリオの条件（シナリオの設定）

- シナリオ I は、明治用水頭首工の運用の工夫により、洪水時の通過土砂量の増加を期待するものである。ただし、明治用水頭首工から越戸ダムの区間においても粗粒化の解消等、環境面では供給土砂量の増加が必要であり、明治用水頭首工の運用の工夫に加え、ダム領域で維持掘削した土砂を越戸ダム下流へ人為的に土砂供給するものとする。
- シナリオ II は、明治用水頭首工の運用の工夫の実現が困難である場合を想定したものである。この場合、明治用水頭首工と越戸ダムの区間は堆積が顕著となることから、この区間では治水安全度の確保を優先し、供給土砂条件②以上の土砂供給は行わず、明治用水頭首工直下流へ人為的に土砂を供給するものとする。この場合、土砂の運搬距離がシナリオ I よりも長くなり、コストも増加することが考えられる。

シナリオ I



シナリオ II

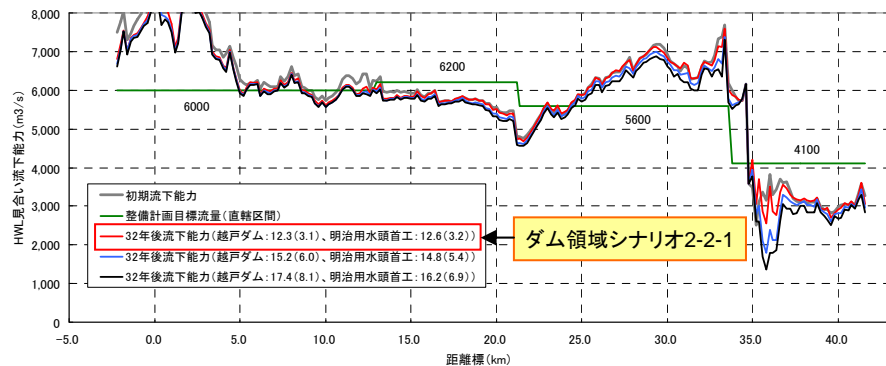


※ダム領域シナリオ2-2-1において、越戸ダムは64年後も満砂に達しない。このため、越戸ダムの通過土砂量は、最初の32年間は砂分3.0m³/年に対し、次の32年間は4.2m³/年に増加するものの、供給土砂量の更なる増加による効果を見るため、人為的な土砂運搬を想定した。

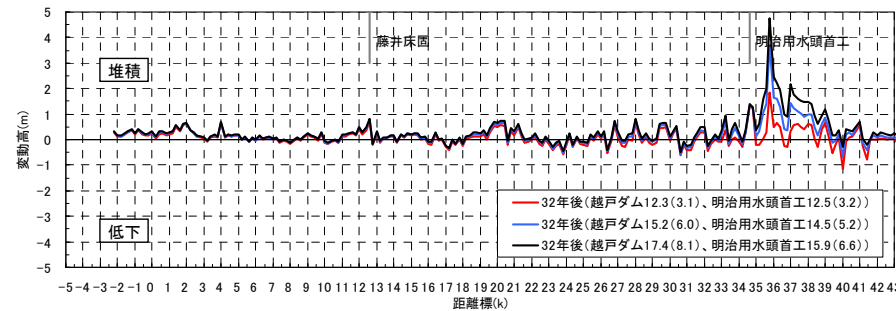
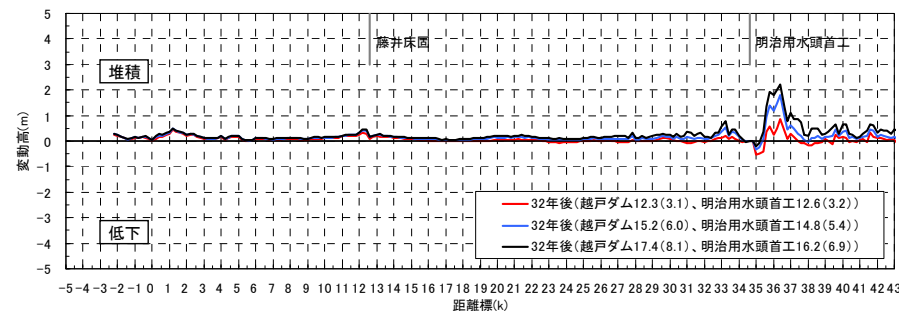
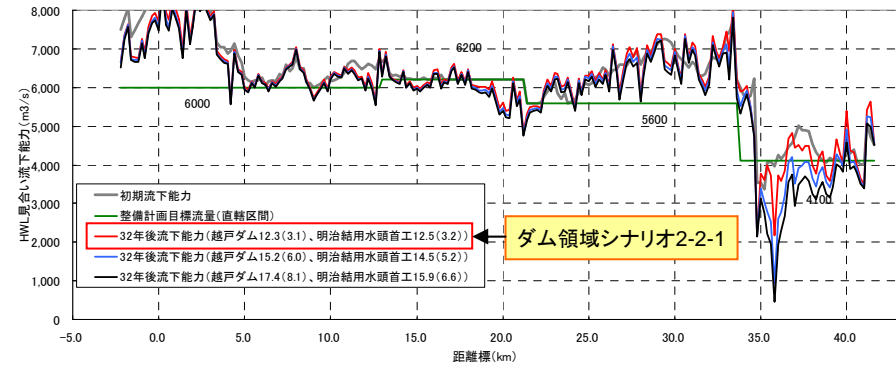
4.3(1) 河川領域のシナリオの条件（供給量の上限：越戸ダム～明治用水頭首工）

- 越戸ダムからの供給土砂量をダム領域シナリオ2-2-1から増加させた場合には、明治用水頭首工～越戸ダム区間の土砂堆積による流下能力の低下が顕著となる。
- ダム領域シナリオ2-2-1を上回る土砂供給は、明治用水頭首工～越戸ダム区間の治水安全度が大きく低下し、かつ、人為的な土砂供給が必要となる。このため、維持掘削を実施しない場合には、越戸ダムからの土砂供給量の上限値は、環境面から設定した土砂管理目標を下回るものの、シナリオ2-2-1が妥当であると考えられる。

【現況河道】



【整備計画河道】

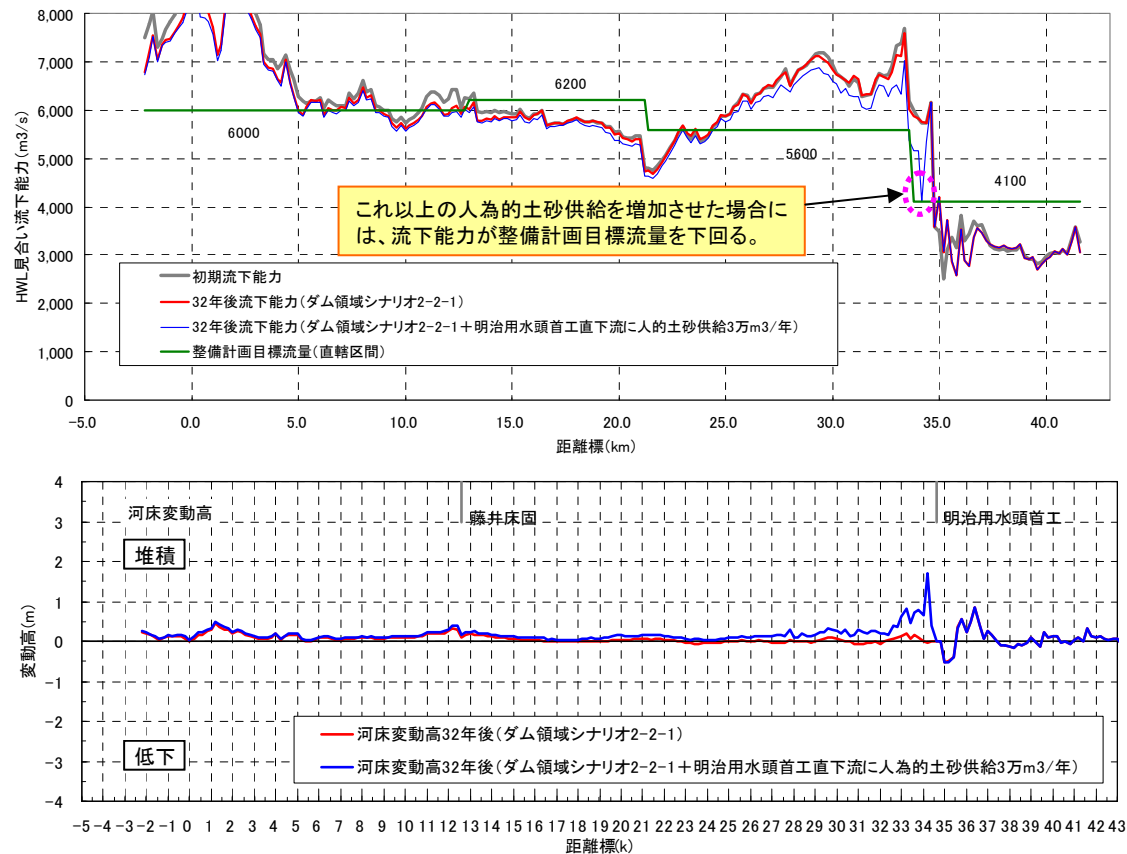


※凡例中のかっこなしの数值は総量、かっこありの数值は砂分の通過土砂量を示す。

図 供給土砂量の感度分析結果(左:現況河道、右:整備計画河道、明治用水頭首工は現行操作、維持掘削なし)

4.3(1) 河川領域のシナリオの条件（供給量の上限：明治用水頭首工～河口）

- ダム領域シナリオ2-2-1をベースとして、明治用水頭首工直下流に人為的土砂供給を行った場合の感度分析を行った。
- 3万m³/年（総量）以上の人為的土砂供給を行った場合には、流下能力が整備計画目標流量を下回ることから、明治用水頭首工からの土砂供給量の上限値は、シナリオ2-2-1+3万m³/年が妥当であると考えられる。



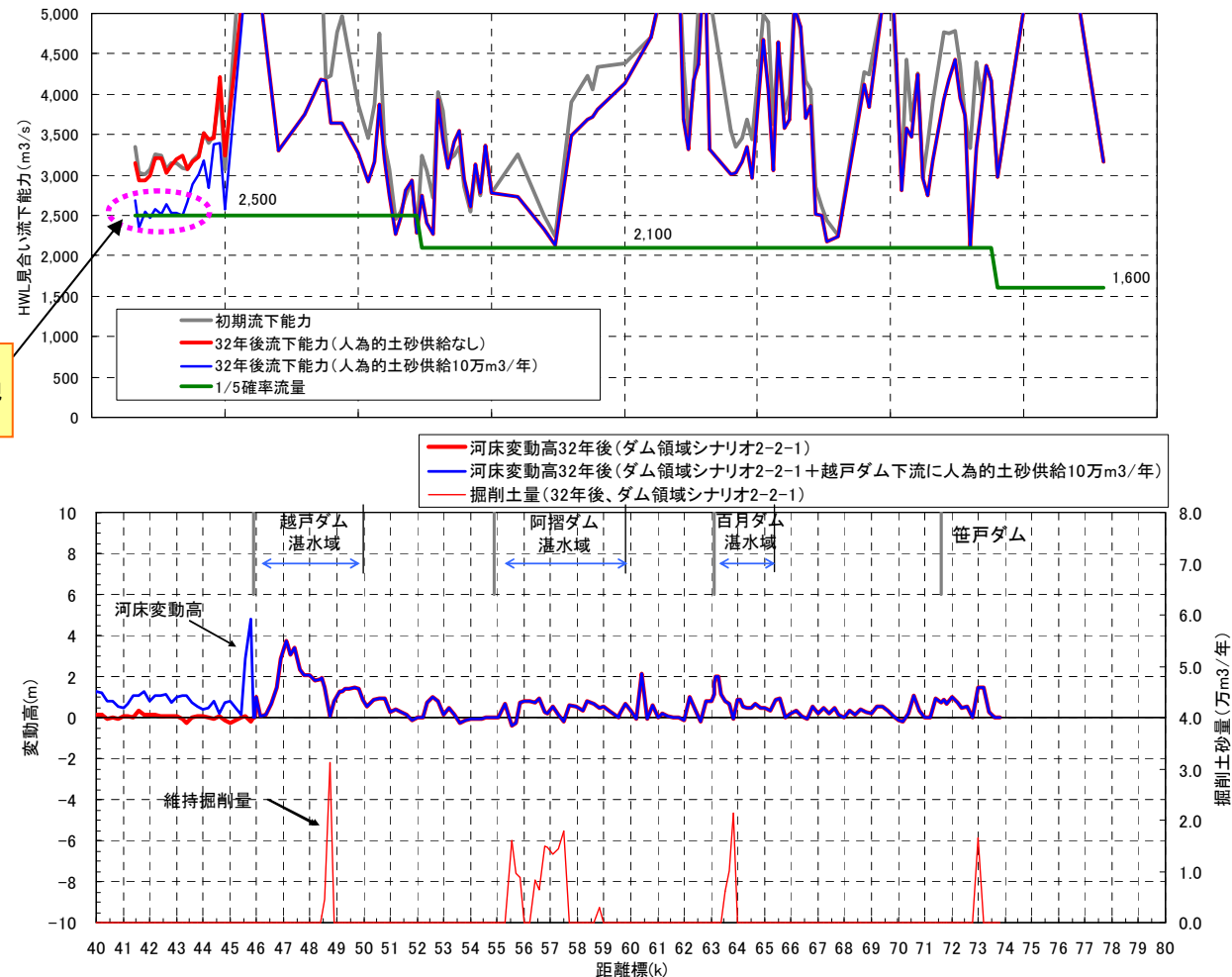
※人為的土砂供給した土砂の粒径は、越戸ダム湛水域のものを与えた。

図 供給土砂量の感度分析結果(明治用水頭首工直下流への人為的土砂供給、維持掘削なし)

4.3(1) 河川領域のシナリオの条件（供給量の上限：越戸ダム～明治用水頭首工）

- ダム領域シナリオ2-2-1をベースとして、越戸ダム直下流に人為的土砂供給を行った場合の感度分析を行った。
- 10万m³/年（総量）以上の人為的土砂供給を行った場合には、流下能力が現況治水安全度を下回ることから、越戸ダムからの土砂供給量の上限値は、シナリオ2-2-1+10万m³/年が妥当であると考えられる。

これ以上の人為的土砂供給を増加させた場合には、流下能力が現況治水安全度を下回る。



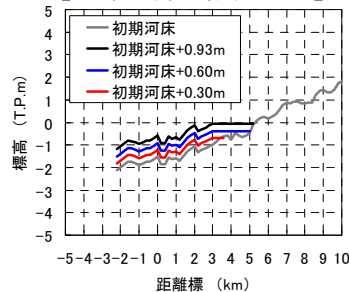
※人為的土砂供給した土砂の粒径は、越戸ダム湛水域のものを与えた。

図 供給土砂量の感度分析結果(越戸ダム直下流への人為的土砂供給、越戸ダム下流は維持掘削なし)

4.3(1) 河川領域のシナリオの条件（干潟区間の河床上昇量の上限）

- 河床上昇による背水の影響を把握するため、干潟再生の対象区間(河口～3.0km)の河床高を上昇させた場合の水位上昇量を求めた。
- 対象流量は、現況河道では明治用水頭首工の下流区間における現況治水安全度相当流量(岩津地点:4,800m³/s)、整備計画河道では整備計画目標流量(岩津地点:5,600m³/s)とした。
- 現況河道、整備計画河道ともに、0.3mの河床上昇の場合には、背水の影響範囲は概ね5kmまでである。
- 0.93m(干潟回復のための必要堆積厚)の河床上昇の場合には、背水の影響範囲は、現況河道、整備計画河道ともに概ね藤井床固付近までである。
- 現況河道について、背水の影響を考慮した流下能力が現況治水安全度の流量配分を下回る場合には、河床上昇を回避する必要がある。一方、干潟の回復に必要な0.93mの河床上昇が生じて、流下能力は現況治水安全度の流量配分を下回ることはいないと予測される。以上のことから、現況河道では、干潟区間における河床上少量の上限値の目安としては、0.9m程度が妥当と考えられる。
- 整備計画河道では、0.3m以上の河床上昇により整備目標流量を満足できなくなることから、0.3m程度が妥当と考えられる。

【河床上昇の設定方法】



【計算条件:水位上昇量】

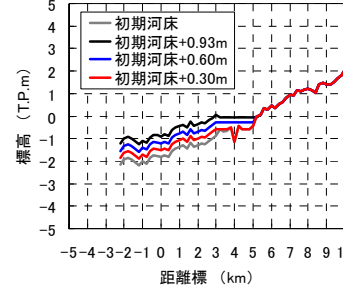
計算手法:一次元不等流計算

対象流量:現況治水安全度相当流量

(岩津:4800m³/s)

下流湛水位:2.64T.P.m(河道計画出発水位)

【河床上昇の設定方法】



【計算条件:水位上昇量】

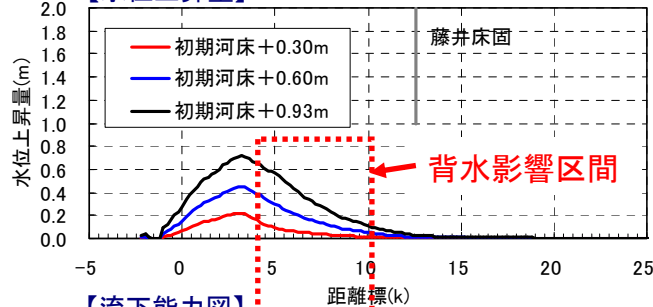
計算手法:一次元不等流計算

対象洪水:整備計画目標流量

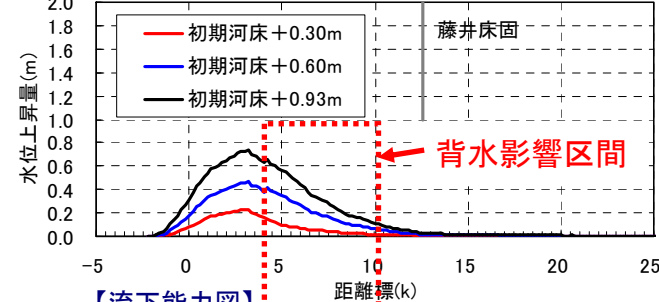
(岩津:5600m³/s)

下流湛水位:2.64T.P.m(河道計画出発水位)

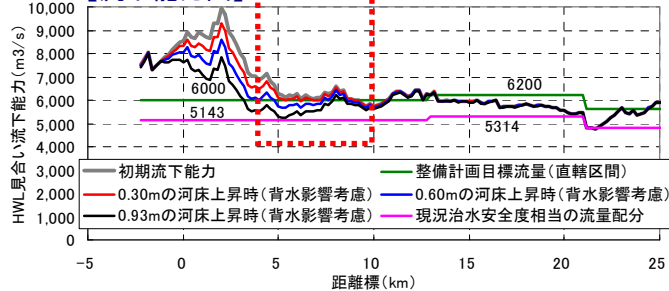
【水位上昇量】



【水位上昇量】



【流下能力図】



【流下能力図】

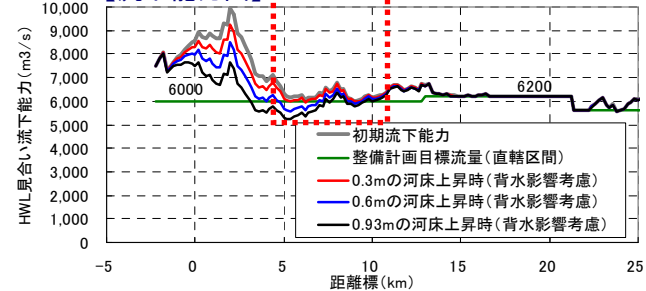
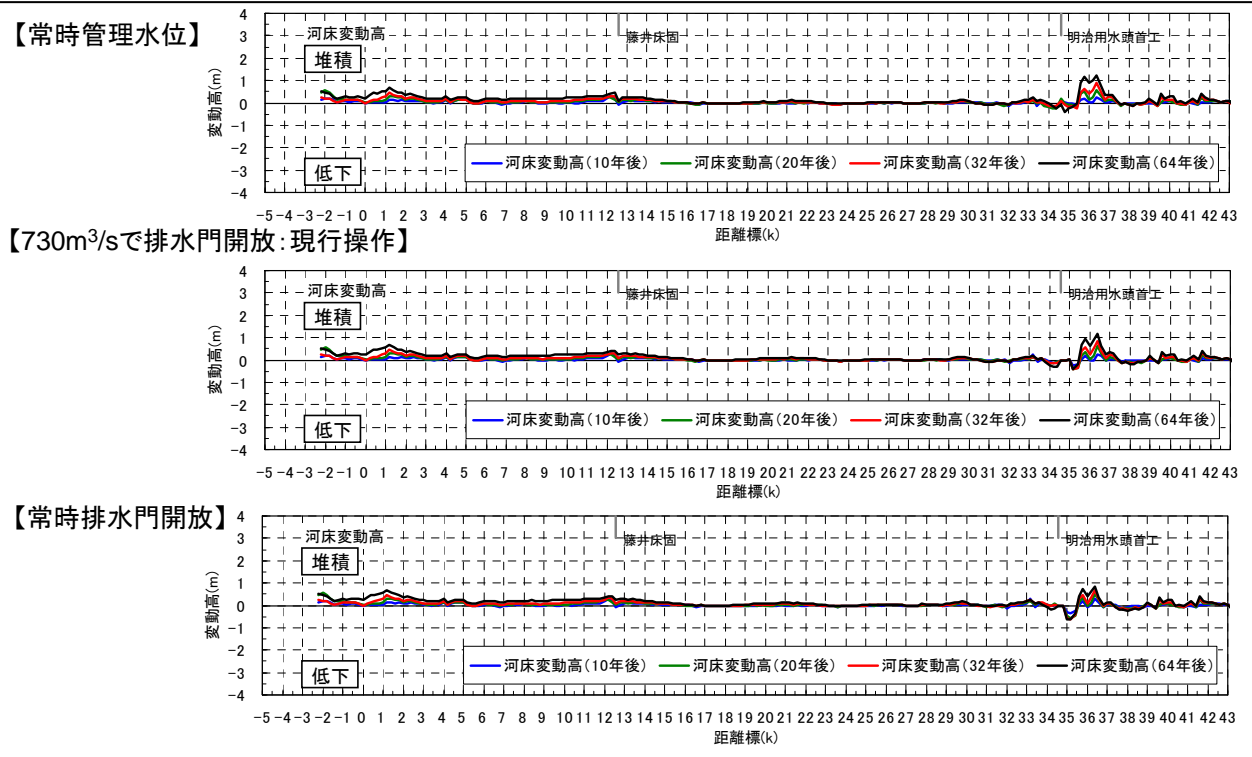


図 干潟回復時の上流区間への背水影響の感度分析結果(左:現況河道、右:整備計画河道)

4.3(2) 明治用水頭首工の運用による土砂通過の可能性

- 明治用水頭首工の運用を工夫した場合の効果把握するため、排水門の操作のタイミングを3パターン設定し、一次元河床変動計算を行った結果、河床変動高は大差ない。
- 一方、旧明治用水頭首工の除去を想定した場合には、約35.5~37km区間の土砂の堆積傾向は概ね解消される。
- これらのことから、明治用水頭首工の運用の工夫による効果はほとんど認められないものの、旧明治用水頭首工の除去※1は、明治用水頭首工直上流における土砂堆積を概ね解消できる効果を有する可能性が示唆される。

旧明治用水頭首工位置を固定床に設定した場合



旧明治用水頭首工の撤去を想定した場合

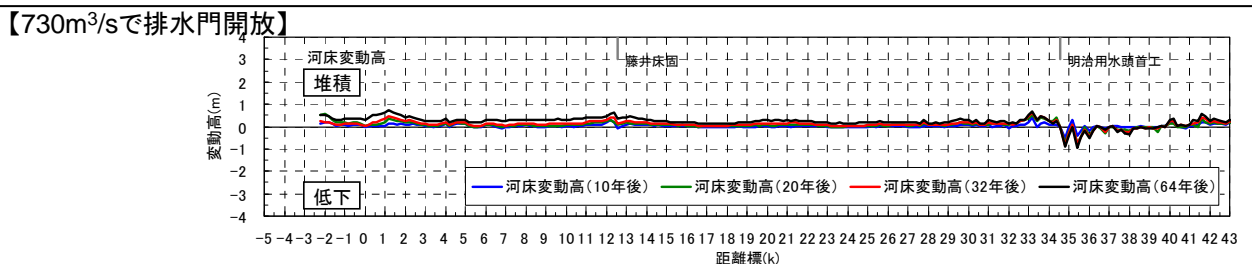


図 一次元河床変動計算結果(現況河道)

表 越戸ダムからの供給土砂量(全ケース共通)※2

総量	12.2
シルト	9.1
砂	3.0
礫	0.0

※2: 32年間の平均

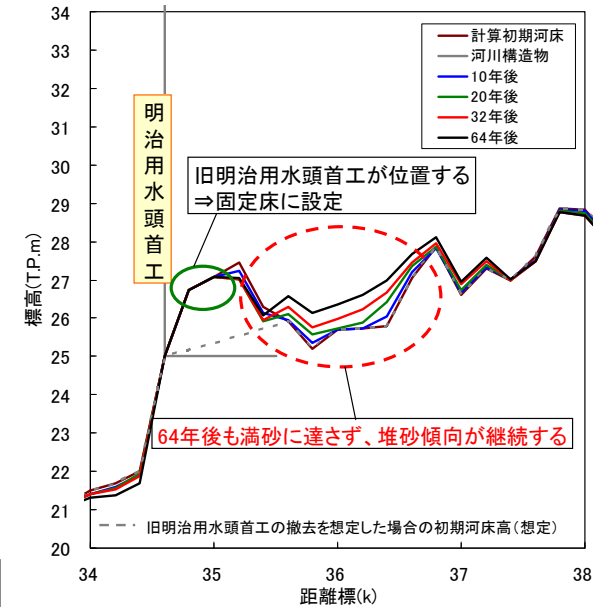


図 一次元河床変動計算結果(現況河道)

※1: 旧明治用水頭首工が位置する区間は、河床が主に岩で構成されることが推定される。この場合には、旧明治用水頭首工の撤去にあわせて岩の撤去が必要である。

4.3 (3) 明治用水頭首工下流に土砂を移動させる方策の可能性 (バイパス、トラック、舟運) の可能性

- 明治用水頭首工の運用工夫が実現困難な場合には、明治用水頭首工の下流に土砂を移動させる方策として、ダンプトラックによる運搬、船舶による運搬等が考えられる。
- 比較の結果、ダンプトラックによる運搬が実現可能性がもっとも高い。

表 土砂移動のための方策の実現性の比較

項目	バイパス	ダンプトラック	船舶
概要	▶ 矢作ダムからの排砂バイパスと同じ排砂機構を有する施設	▶ ダム領域で想定しているものと同じダンプトラックによる運搬	▶ 明治用水頭首工直上流(35.5k~37k区間)に堆積した土砂を運搬
メリット	▶ 施設が完成すれば、自然の営力により土砂を移動できる可能性がある。	▶ ダム領域における発電ダム湛水域などで実績がある。 ▶ 3つの方策のうち、実績が最も多い。	▶ 水上移動のため、周辺の交通に影響を与えない。
デメリット	▶ 土砂の吸引に必要な流量を得るための河床勾配を有していない可能性が高い。 ▶ 実績がほとんどない。	▶ 周辺の住環境、交通に影響を与える。	▶ 洪水時の避難場所が確保できない。 ▶ 船舶が移動するための水深が確保できない可能性が高い。
総合評価	×	○	×

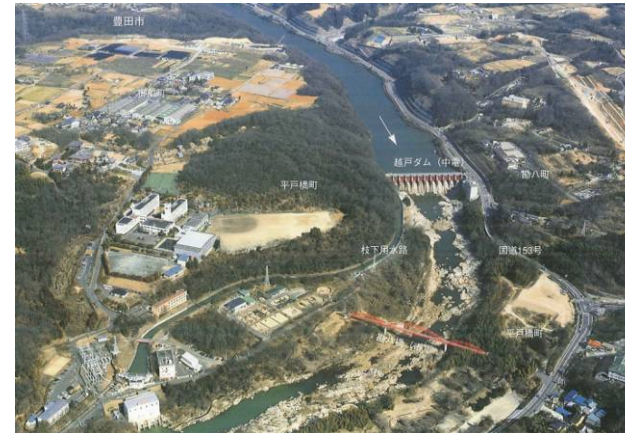


写真 越戸ダム直下流区間の状況

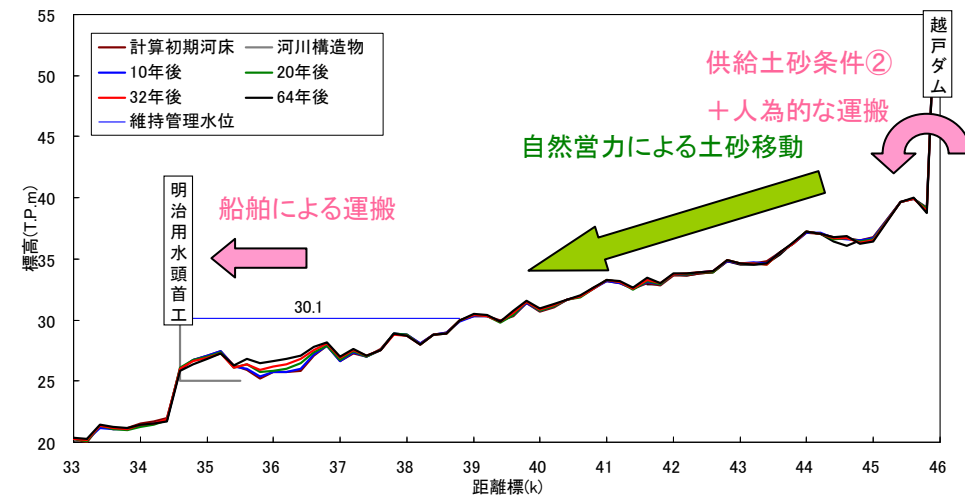


図 明治用水頭首工から越戸ダム区間の河道特性

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：検討ケース

- 検討ケースを以下のとおりに設定した。
- 維持掘削は、現況河道については、治水安全度を確保するために、流下能力地点は維持掘削を行い、それ以外の箇所は堆積を許容した。整備計画河道については、整備計画目標流量を下回る箇所の維持掘削を行うこととし、干潟再生の対象区間(-2.2~3.0km)については、30cm以上の堆積分は維持掘削することとした。ただし、現況河道と整備計画河道ともに、明治用水頭首工から上流の区間については、堆積箇所はすべて維持掘削を実施することとした[※]。
- 掘削頻度は1年に一回とし、一年の終わりに実施することとした。
- 人為的な土砂供給は、シナリオⅠでは越戸ダム直下流地点、シナリオⅡでは明治用水頭首工直下流地点を想定した。
- シナリオⅠとⅡの中間ケースとして、越戸ダム、明治用水頭首工直下に1.5万m³/年の人為的土砂供給を行うケースも想定した。

※人為的土砂供給の実施地点は除く

表 検討ケース

検討ケース	条件					
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
					越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし	0.0	0.0
シナリオⅠ-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0
シナリオⅠ-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	3.0	0.0
シナリオⅠ-3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0
シナリオⅠ-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0
シナリオⅠ-5	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	5.0	0.0
シナリオⅠ-6	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	10.0	0.0
シナリオⅡ-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	0.0	3.0
シナリオⅡ-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0
シナリオⅠ+Ⅱ	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	1.5	1.5

4.3 (4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果

■ シナリオ I では、維持掘削をしない場合には、越戸ダム直下流の人為的土砂供給による明治用水頭首工直上流の河床上昇が大きい。明治用水頭首工より下流では、上流区間に比べ河床上昇の速度は小さい。

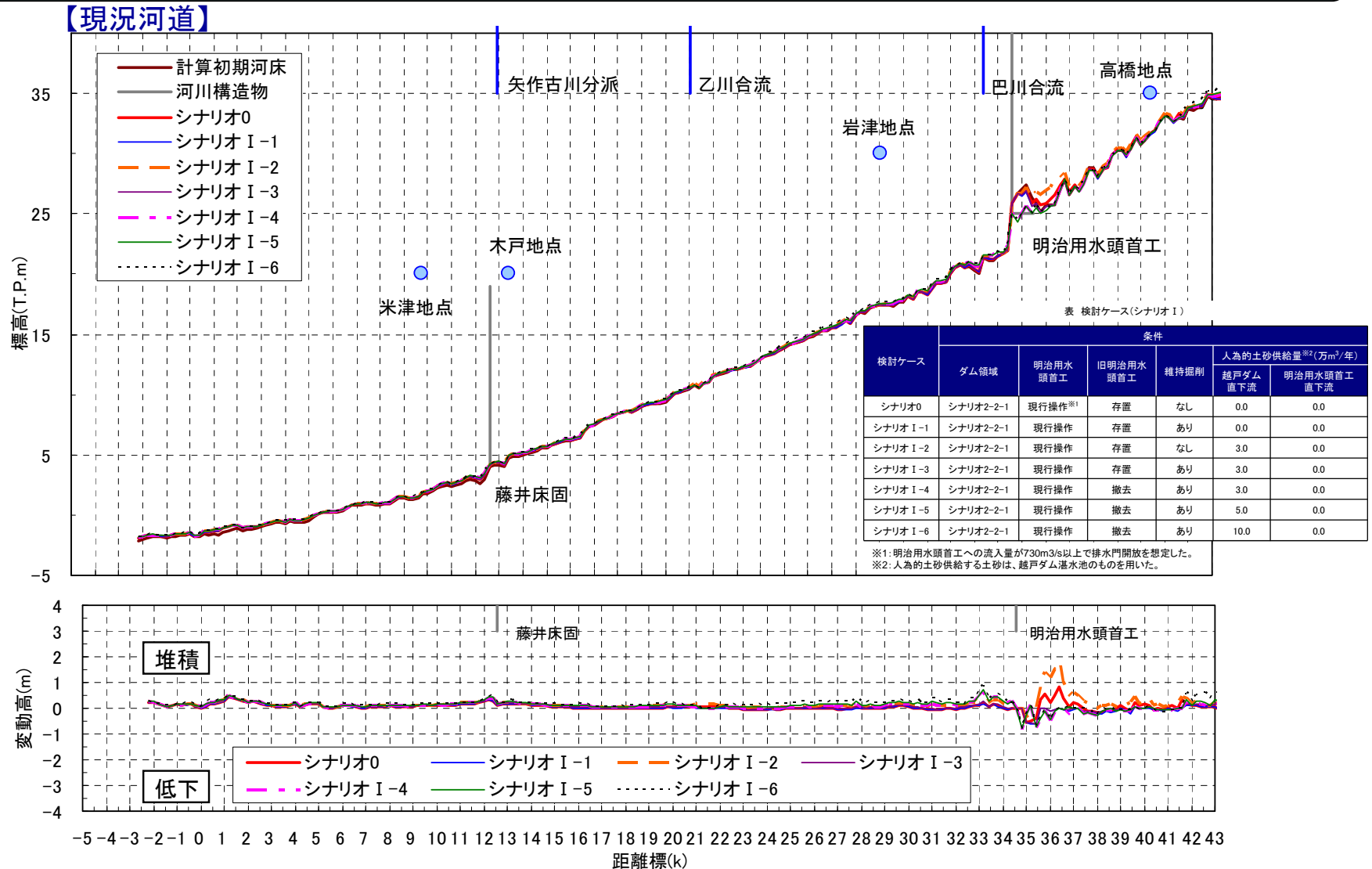


図 河床変動計算結果(現況河道、シナリオ I、32年後)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果

■ シナリオⅡでは、明治用水頭首工直下流の人為的土砂供給により、局所的に河床上昇が生じる。

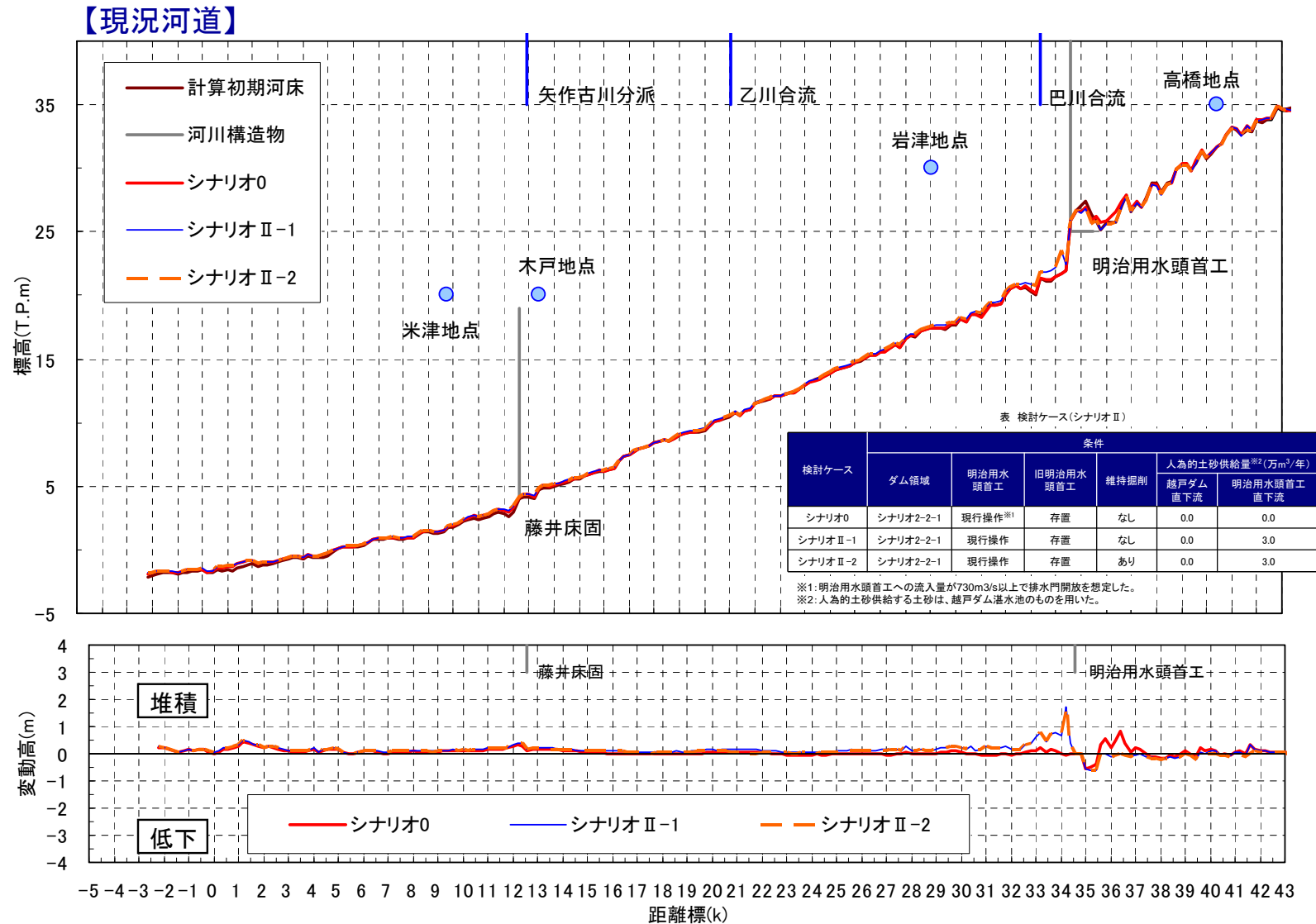


図 河床変動計算結果(現況河道、シナリオⅡ、32年後)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果

■ シナリオ I では、維持掘削をしない場合には、越戸ダム直下流の人為的土砂供給により、明治用水頭首工直上流における河床上昇が大きい。河床上昇の程度は、現況河道よりも大きい。

【整備計画河道】

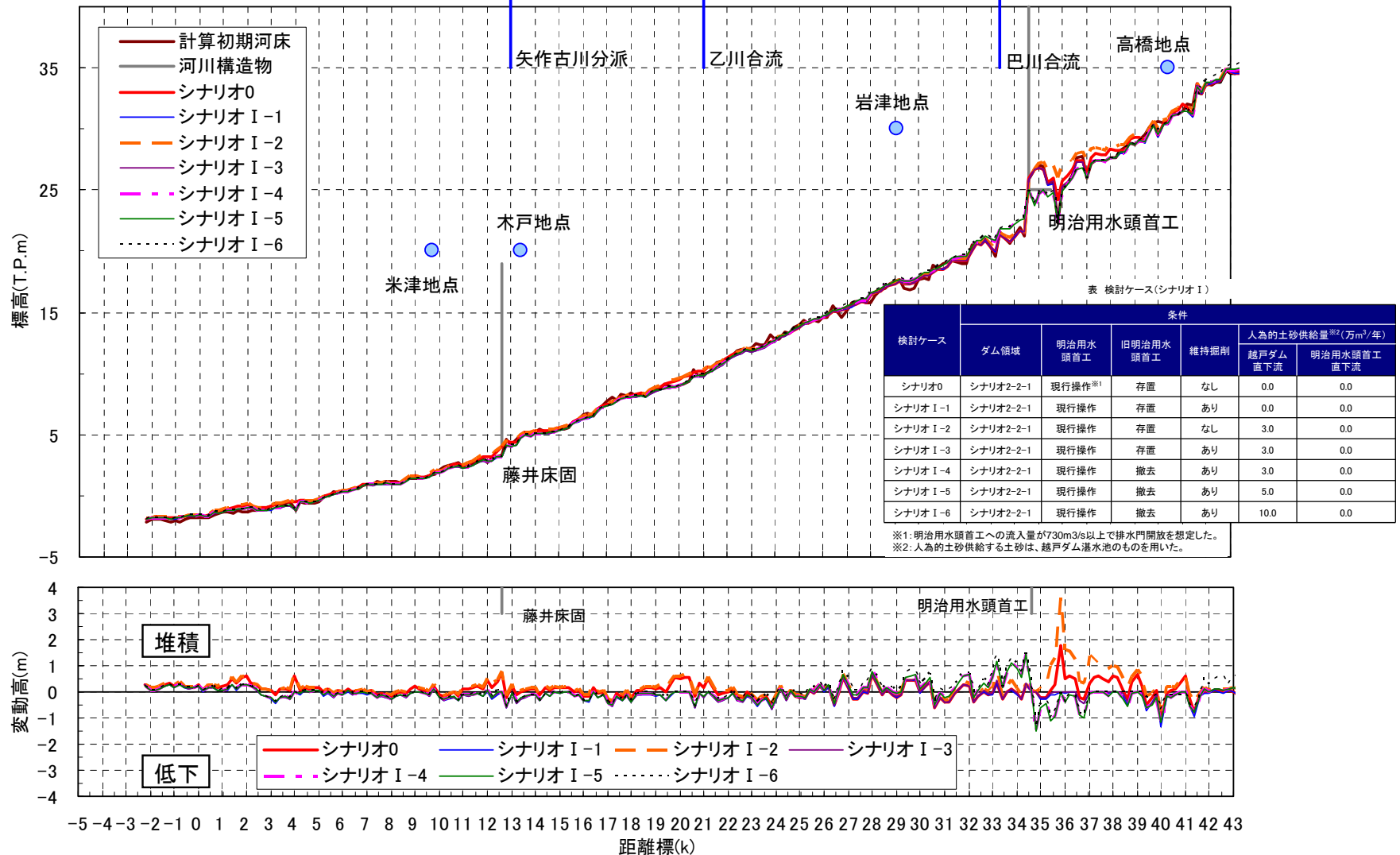


図 河床変動計算結果(整備計画河道、シナリオ I、32年後)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果

■ シナリオⅡでは、明治用水頭首工直下流の人為的土砂供給により、局所的に河床上昇が生じる。

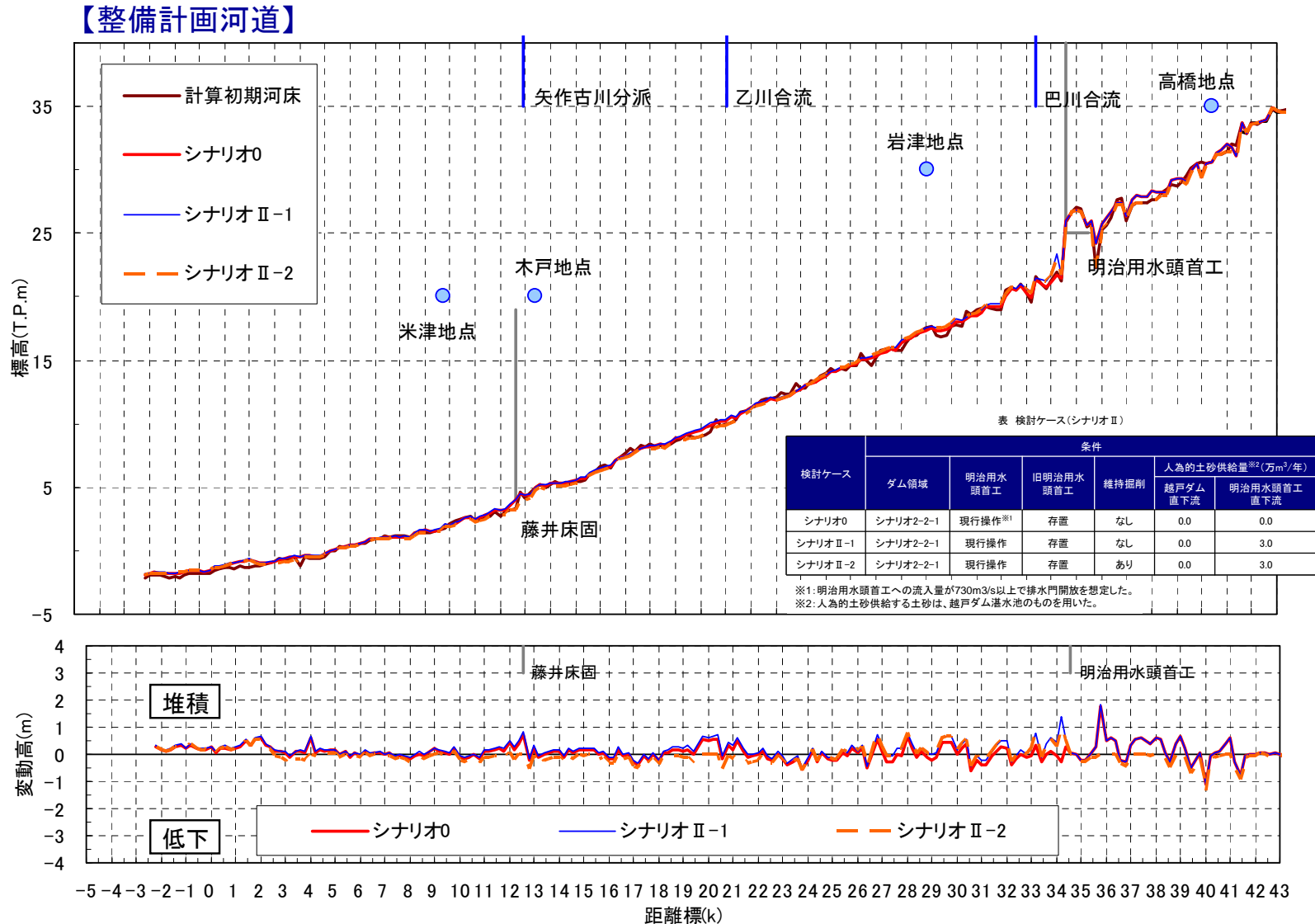


図 河床変動計算結果(整備計画河道、シナリオⅡ、32年後)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果（流下能力）

- 約32kmより下流の区間では、シナリオによる河床変動量の差はほとんどない。
- 現況河道では、約22kmの乙川合流点の治水安全度が最も低く、維持掘削をしない場合には、流下能力が低下する。
- 整備計画河道では、明治用水頭首工から下流の区間では、維持掘削をしない場合には、局所的に整備計画目標流量を下回る区間が存在する。
- 現況河道、整備計画河道ともに、維持掘削を実施しない場合の明治用水頭首工上流区間における流下能力の低下幅は、シナリオⅡより大きい。

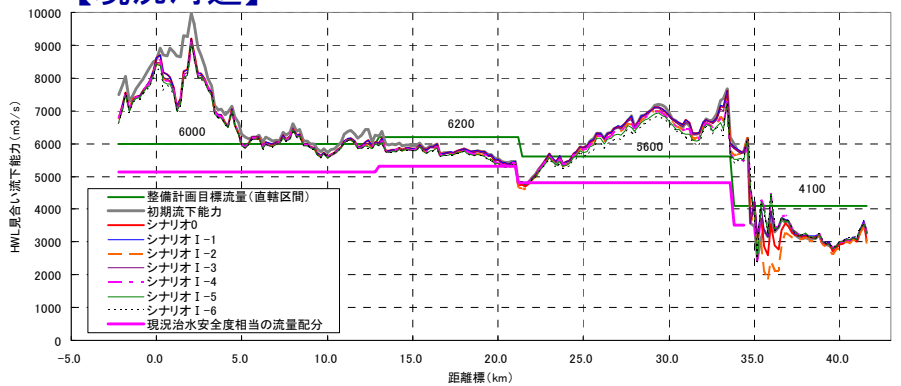
表 検討ケース(シナリオⅠ)

検討ケース	条件					人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	越戸ダム直下流		
					越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流	
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし	0.0	0.0	
シナリオⅠ-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0	
シナリオⅠ-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	3.0	0.0	
シナリオⅠ-3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0	
シナリオⅠ-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0	
シナリオⅠ-5	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	5.0	0.0	
シナリオⅠ-6	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	10.0	0.0	

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。

※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム湛水池のものを用いた。

【現況河道】



【整備計画河道】

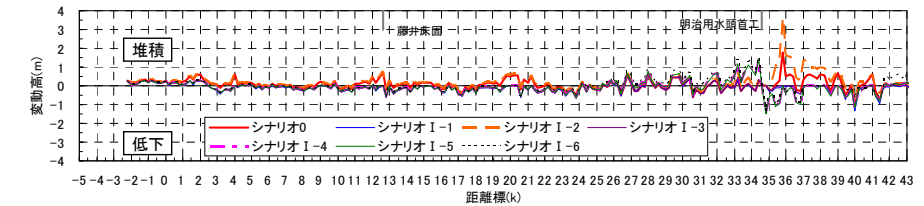
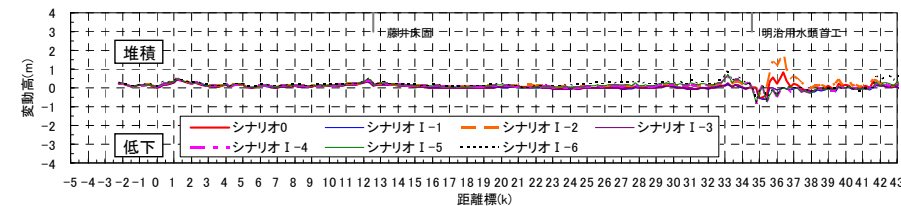
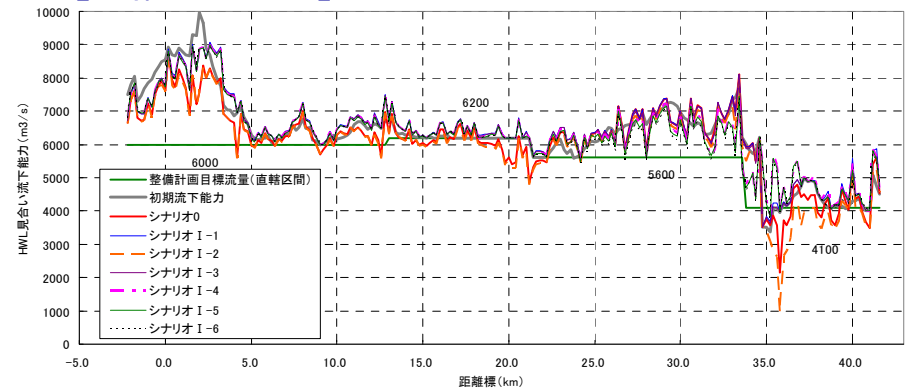


図 河床変動後の流下能力(左: 現況河道、右: 整備計画河道、32年後、シナリオ1)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果（流下能力）

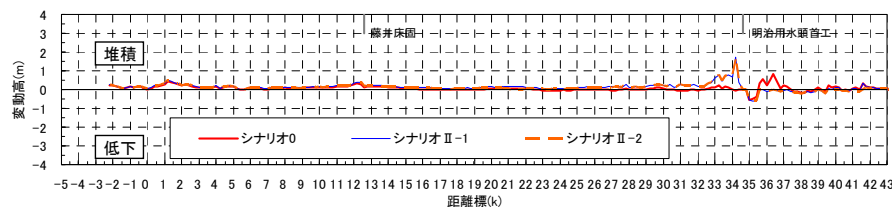
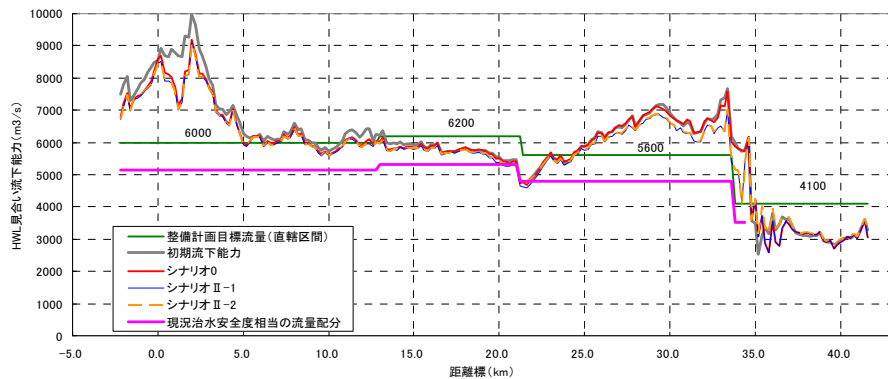
- 約32kmより下流の区間では、シナリオによる河床変動量の差はほとんどない。
- 現況河道では、約22kmの乙川合流点の治水安全度が最も低く、維持掘削をしない場合には流下能力が低下する。
- 整備計画河道では、明治用水頭首工から下流の区間では、維持掘削をしない場合には、局所的に整備計画目標流量を下回る区間が存在する。
- 現況河道、整備計画河道ともに、明治用水頭首工直下流に人為的な土砂供給を行うことにより、流下能力が低下する。

表 検討ケース(シナリオ II)

検討ケース	条件					
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
					越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし	0.0	0.0
シナリオ II-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	0.0	3.0
シナリオ II-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム湛水池のものを用いた。

【現況河道】



【整備計画河道】

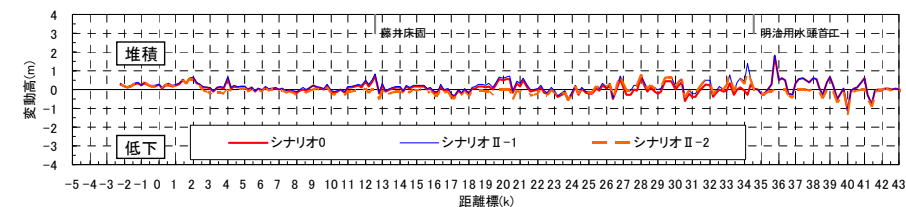
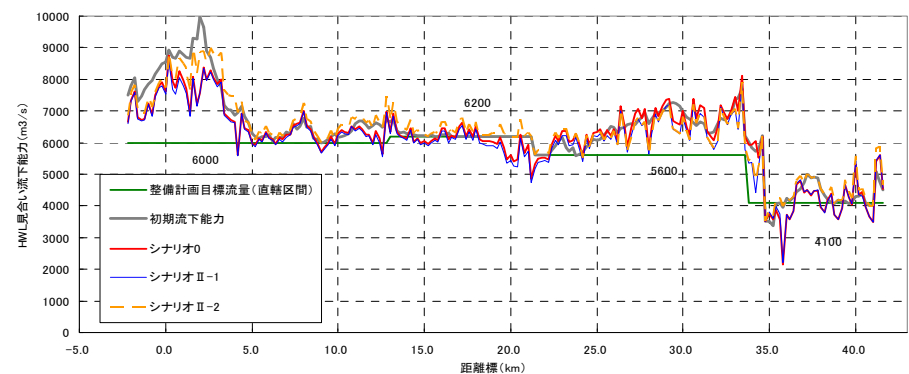


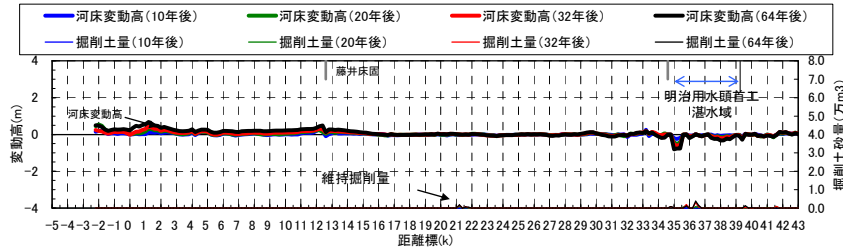
図 河床変動後の流下能力(左: 現況河道、右: 整備計画河道、32年後、シナリオ II)

4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果（維持掘削箇所）

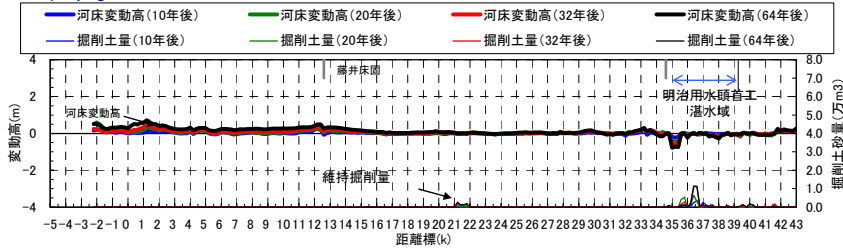
■ 現況河道の維持掘削地点について、明治用水頭首工より下流では、治水安全度が最も低い約22kmの乙川合流点とし、明治用水頭首工より上流では、大半の区間で流下能力が整備計画目標流量を大きく下回ることから全区間とした※。

【現況河道】

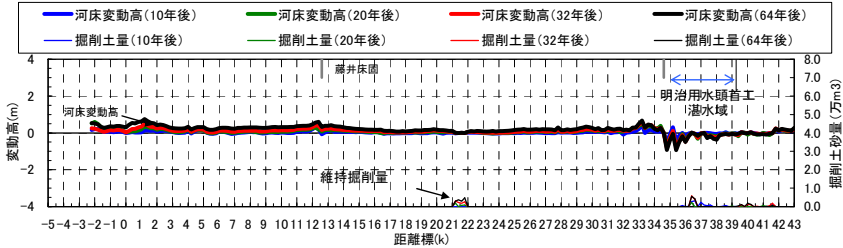
シナリオ I-1



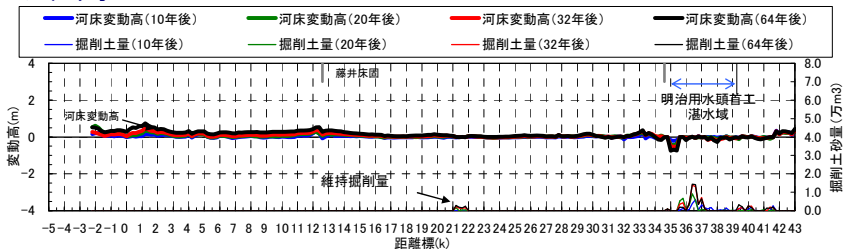
シナリオ I-3



シナリオ I-4

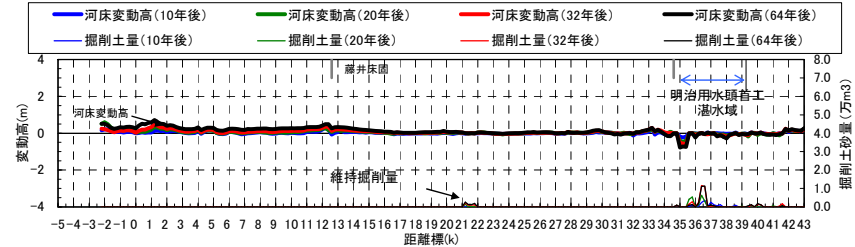


シナリオ I-5



※人為的土砂供給の実施地点は除く

シナリオ I-6



シナリオ II-2

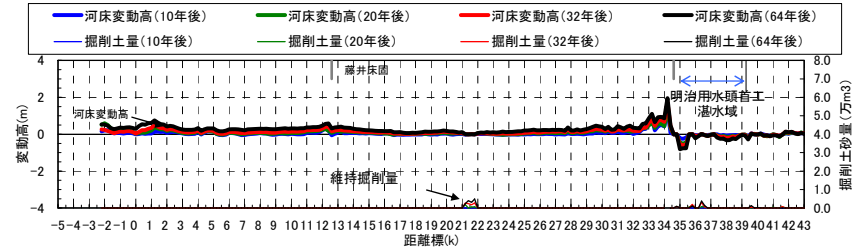


表 検討ケース(維持掘削実施シナリオ)

検討ケース	条件				人為的土砂供給量※2(万m³/年)	
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流
シナリオ I-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0
シナリオ I-3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0
シナリオ I-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0
シナリオ I-5	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	5.0	0.0
シナリオ I-6	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	10.0	0.0
シナリオ II-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。

※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム湛水池のものを用いた。

図 維持掘削箇所(現況河道、維持掘削を実施するシナリオを対象)

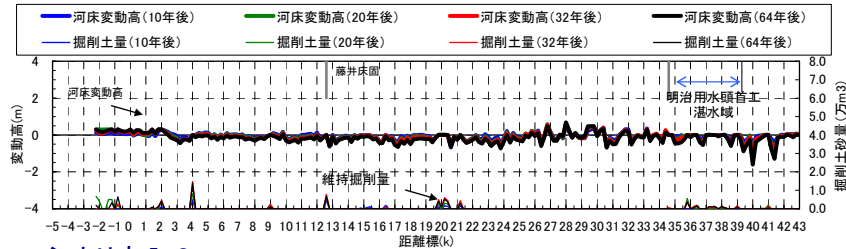
4.3(4) 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析：河床変動計算結果（維持掘削箇所）

■ 整備計画河道の維持掘削地点は、明治用水頭首工より下流では、河床上昇により整備計画目標流量を下回る箇所とし、明治用水頭首工より上流では、維持掘削をしない場合には大半の区間で整備計画目標流量を下回ることから全区間とした※。

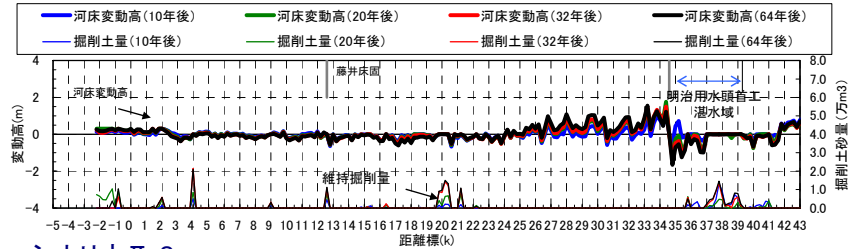
【整備計画河道】

※人為的土砂供給の実施地点は除く

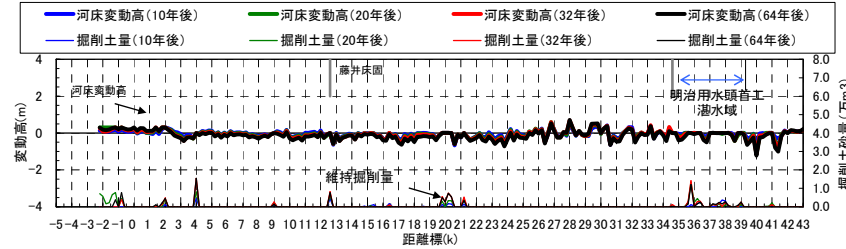
シナリオ I-1



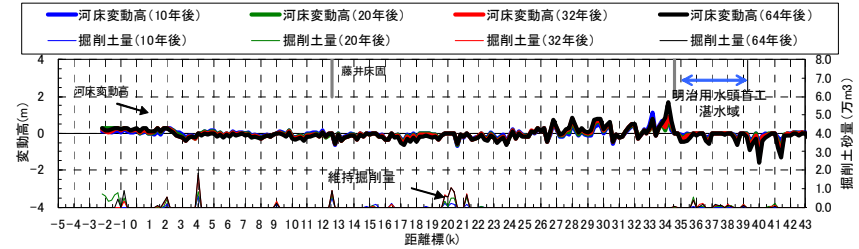
シナリオ I-6



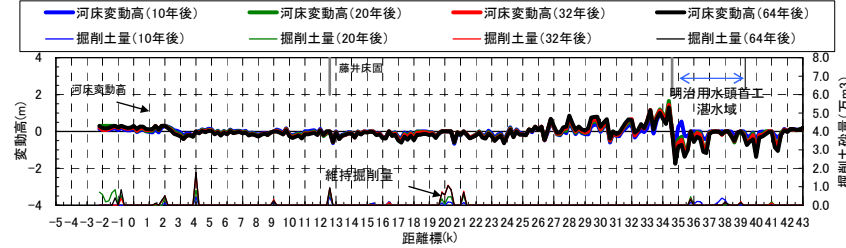
シナリオ I-3



シナリオ II-2



シナリオ I-4



シナリオ I-5

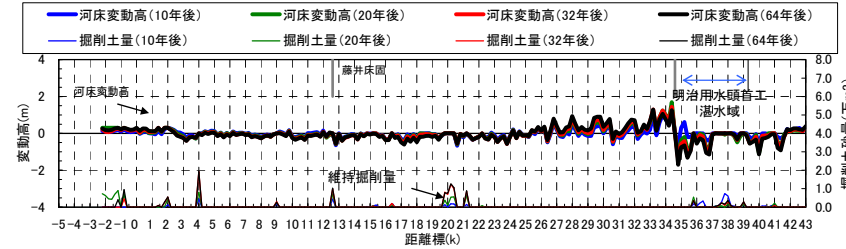


表 検討ケース(維持掘削実施シナリオ)

検討ケース	条件					
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	人為的土砂供給量※2 (万m³/年)	
					越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流
シナリオ I-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0
シナリオ I-3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0
シナリオ I-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0
シナリオ I-5	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	5.0	0.0
シナリオ I-6	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	10.0	0.0
シナリオ II-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム湛水池のものを用いた。

図 維持掘削箇所(整備計画河道、維持掘削を実施するシナリオを対象)

4.3(5) 河川領域の土砂管理シナリオの抽出

<河川領域での課題>

- ダム領域の有力シナリオにより供給される土砂量でも、河川領域の必要土砂量を満足できない。不足分は人為的な方策により対応する必要がある。
- 越戸ダム下流に土砂を供給した場合に越戸ダム～明治用水頭首工区間の堆積が顕著である。

<検討の実施>

- ダム領域におけるシナリオ2-2-1を対象に、複数の土砂管理シナリオを設定し、コスト、CO₂排出量、通過土砂量等を比較した。

○シナリオⅠ

- ✓ 越戸ダム下流に置土し、明治用水頭首工の運用を工夫することで土砂を流下させ、河川領域に土砂を供給する案。
- ✓ 人為的な土砂供給の規模は、流下能力確保の観点から、越戸ダム直下流で10万m³/年とした。

○シナリオⅡ

- ✓ 土砂の堆積により治水安全度の低下が顕著となる越戸ダム～明治用水頭首工区間を迂回し、明治用水頭首工下流に置土することで、河川領域に土砂を供給する案。
- ✓ 人為的な土砂供給の規模は、流下能力確保の観点から、明治用水頭首工直下流で3万m³/年とした。

<各シナリオの感度分析結果>

○シナリオⅠ

- ✓ 旧明治用水頭首工を撤去し、越戸ダムから人為的土砂供給を実施することにより、河川環境にかかわる指標の改善が期待される。
- ✓ 維持掘削にかかる費用は旧明治用水頭首工を撤去しない場合に比べて低減する(シナリオⅠ-3とⅠ-4の比較)。
- ✓ 人為的土砂供給規模が3万m³/年の場合には、維持掘削量は全シナリオ中2番目に小さくなる(シナリオⅠ-4)。
※ただし、旧明治用水頭首工の撤去にあたっては、撤去にかかる費用の検討、関係機関との協議等が必要である。

○シナリオⅡ

- ✓ 人為的土砂供給を明治用水頭首工の下流で行うため、越戸ダム～明治用水頭首工区間では河川環境の面から必要とする供給土砂量の増加を期待できない。
- ✓ コストは全シナリオで2番目に安く※、河川環境にかかわる指標の改善度合いもシナリオⅠ-4と同程度となる。

- 以上より、シナリオⅠではシナリオⅠ-4、シナリオⅡではシナリオⅡ-2が有力シナリオ(案)として抽出することが考えられる。

※シナリオⅠとⅡの中間案とほぼ等しい

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理

<シナリオ評価のまとめ: 現況河道>

河川領域シナリオ	条件				評価指標															総合評価		有力案				
	旧 明治用水 頭首工	維持 掘削	人為的土砂供給量 (万m ³ /年)		治水 安全度	費用(億円/100年)			CO2排出量 (万kg- CO ₂ /年)	トラック 通過台数 ^{※3} (台/年)	通過土砂量 (万m ³ /年)			掘削量 (万m ³ /年)		経過 年数	粗粒化解消 達成率 ^{※4}		砂州高確保達成率 ^{※5} (平均年最大流量時)		砂州高確保達成率 ^{※5} (豊水流量時)		干潟回 復達成 率 ^{※5}	河川環境 以外の 指標	河川環境 にかかわ る指標 ^{※6}	
			越戸ダム 直下流	明治用水 頭首工 直下流		掘削	運搬	合計			越戸 ダム	明治 用水 頭首工	岩津	明治用水 頭首工 上流	明治用水 頭首工 下流		越戸ダム ~明治用 水頭首工	明治用水 頭首工~ 河口	越戸ダム ~明治用 水頭首工	明治用水 頭首工~ 河口	越戸ダム ~明治用 水頭首工					明治用水 頭首工~ 河口
			α ^{※2}	α ^{※2}																						
0	存置	なし	0.0	0.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2 (3.0)	12.5 (3.1)	13.1 (3.5)	0.0	0.0	32年	0%	11%	5%	5%	20%	22%	20%	-	-	-
																64年	0%	11%	8%	9%	33%	45%	41%			
																96年	0%	33%	11%	14%	45%	67%	62%			
I-1	存置	あり	0.0	0.0	○	3.2	12.6	15.8	1.35	1,622	12.2 (3.0)	12.4 (3.1)	13.1 (3.4)	0.5	0.1	32年	0%	11%	0%	4%	0%	21%	20%	コスト最小	3 (8)	
																64年	0%	11%	0%	8%	0%	41%	40%			
																96年	0%	33%	0%	12%	0%	60%	61%			
I-2	存置	なし	3.0	0.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2 (3.0)	14.7 (5.3)	14.9 (5.2)	0.0	0.0	32年	0%	11%	14%	8%	59%	37%	23%	-	-	-
																64年	38%	90%	22%	17%	86%	78%	48%			
																96年	100%	100%	30%	27%	114%	119%	73%			
I-3	存置	あり	3.0	0.0	○	45.9	12.9	58.8	4.77	6,442	12.2 (3.0)	13.5 (4.1)	14.0 (4.3)	2.3	0.1	32年	0%	11%	0%	6%	0%	27%	22%	-	11 (15)	
																64年	38%	40%	0%	11%	1%	51%	44%			
																96年	100%	100%	0%	16%	1%	75%	67%			
I-4	撤去	あり	3.0	0.0	○	29.3	6.8	36.1 +α ^{※2}	3.27	3,390	12.2 (3.0)	14.8 (5.4)	15.0 (5.3)	1.0	0.3	32年	0%	11%	0%	8%	1%	36%	22%	-	8 (14)	○
																64年	0%	53%	0%	16%	0%	71%	47%			
																96年	38%	88%	0%	23%	0%	106%	72%			
I-5	撤去	あり	5.0	0.0	○	52.2	12.8	64.9 +α ^{※2}	5.71	6,383	12.2 (3.0)	15.9 (6.5)	15.9 (6.3)	2.0	0.4	32年	0%	33%	0%	10%	1%	43%	24%	-	13 (19)	
																64年	0%	88%	0%	18%	1%	82%	50%			
																96年	100%	100%	0%	27%	1%	121%	76%			
I-6	撤去	あり	10.0	0.0	○	113.7	29.9	143.6 +α ^{※2}	12.12	14,955	12.2 (3.0)	17.7 (8.3)	17.5 (7.9)	5.0	0.6	32年	38%	70%	0%	12%	1%	53%	26%	コスト最大	20 (26)	
																64年	100%	100%	0%	22%	1%	98%	54%			
																96年	100%	100%	0%	32%	1%	143%	81%			
II-1	存置	なし	0.0	3.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2 (3.0)	12.5 (3.1)	15.2 (5.5)	0.0	0.0	32年	0%	11%	1%	11%	2%	44%	23%	-	-	-
																64年	0%	88%	1%	20%	3%	87%	48%			
																96年	0%	88%	2%	30%	4%	129%	72%			
II-2	存置	あり	0.0	3.0	○	21.4	4.4	25.8	2.48	2,195	12.2 (3.0)	12.4 (3.1)	15.2 (5.5)	0.5	0.3	32年	0%	11%	0%	10%	0%	42%	23%		7 (13)	○
																64年	0%	53%	0%	18%	0%	79%	47%			
																96年	0%	88%	0%	27%	0%	116%	72%			
I+II ^{※8}	撤去	あり	1.5	1.5	○	21.2	4.3	25.5 +α ^{※2}	2.45	2,169	12.2 (3.0)	13.9 (4.4)	15.0 (5.3)	0.5	0.3	32年	0%	11%	0%	8%	1%	36%	22%		8 (14)	○
																64年	0%	53%	0%	16%	0%	71%	47%			
																96年	38%	88%	0%	23%	0%	106%	72%			

：治水安全度が確保できないため評価対象から除外

：第1位 :第2位

：30%以上 :50%以上 :100%以上

- ※1:ダム領域シナリオは2-2-1とした。明治用水頭首工の操作は、流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
- ※2:旧明治用水頭首工の撤去にかかる費用は精査が必要であるため+αとした。
- ※3:掘削土砂の運搬先は、越戸ダム地点と仮定した(ダム領域からの運搬先と同じ)。
- ※4:粒径区分がS40年と一致する区間の割合とした。
- ※5:目標堆積厚に対する河床上昇量の割合を断面ごとに求め、対象区間で平均した。
- ※6:達成率が100%以上を3点、同50%以上100%未満を2点、同30%以上50%未満を1点としたときの合計点数とした。
かっこなしの数値は平均年最大流量を対象とし、かっこ内の数値は豊水流量を対象としたときの合計点数を示す。
- ※7:通過土砂量のうち、かっこなしの数値は総量を示し、かっこ内の数値は砂分を示す。
- ※8:シナリオ I と II の中間ケースとして設定したものであり、明治用水頭首工直下流への人為的土砂供給量の上限が3万m³/年であることを考慮し、越戸ダム、明治用水頭首工下流への人為的土砂供給量をもとに1.5万m³/年とした。

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理

■ 整備計画河道では、維持掘削量の増大により現況河道より費用が増加する。また、目標の達成速度が現況河道よりも遅くなる。

<シナリオ評価のまとめ：整備計画河道>

河川領域シナリオ	条件				評価指標														総合評価		有力案					
	旧明治用水頭首工	維持掘削	人為的土砂供給量(万m ³ /年)		治水安全度	費用(億円/100年)			CO2排出量(万kg-CO ₂ /年)	トラック通過台数 ^{※3} (台/年)	通過土砂量(万m ³ /年)			掘削量(万m ³ /年)		経過年数	粗粒化解消達成率 ^{※4}		砂州高確保達成率 ^{※5} (平均年最大流量)			砂州高確保達成率 ^{※5} (豊水流量)		干潟回復達成率 ^{※6}	河川環境以外の指標	河川環境にかかわる指標 ^{※6}
			越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流		掘削	運搬	合計			越戸ダム	明治用水頭首工	岩津	明治用水頭首工上流	明治用水頭首工下流		越戸ダム～明治用水頭首工	明治用水頭首工～河口	越戸ダム～明治用水頭首工	明治用水頭首工～河口		越戸ダム～明治用水頭首工	明治用水頭首工～河口			
			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
0	存置	なし	0.0	0.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2(3.0)	12.4(3.1)	13.2(3.5)	0.0	0.0	32年	0%	11%	11%	8%	38%	36%	82%	-	-	-
I-1	存置	あり	0.0	0.0	○	30.3	216.4	246.7	27.22	15,134	12.2(3.0)	12.3(3.0)	13.1(3.4)	0.7	5.0	64年	0%	11%	16%	13%	61%	57%	166%	コスト最小	6(6)	○
																96年	0%	33%	22%	17%	85%	79%	250%			
																32年	0%	11%	0%	3%	0%	14%	50%			
I-2	存置	なし	3.0	0.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2(3.0)	14.4(5.2)	14.9(5.2)	0.0	0.0	64年	0%	53%	41%	19%	164%	83%	196%	-	-	-
																96年	0%	100%	52%	27%	208%	122%	298%			
																32年	0%	11%	30%	11%	121%	46%	94%			
I-3	存置	あり	3.0	0.0	○	43.2	270.3	313.5	33.16	21,590	12.2(3.0)	13.1(3.8)	13.8(4.2)	2.7	5.4	64年	38%	11%	0%	4%	0%	15%	62%	-	8(8)	○
																96年	38%	11%	0%	4%	0%	17%	75%			
																32年	0%	11%	0%	6%	0%	24%	51%			
I-4	撤去	あり	3.0	0.0	○	39.4	273.7	313.1+α ^{※2}	34.24	19,703	12.2(3.0)	15.3(5.5)	15.1(5.4)	1.3	6.1	64年	38%	11%	0%	7%	0%	27%	63%	-	10(11)	○
																96年	38%	53%	0%	8%	0%	31%	76%			
																32年	0%	11%	0%	7%	0%	27%	51%			
I-5	撤去	あり	5.0	0.0	○	47.5	314.1	361.6+α ^{※2}	38.95	23,734	12.2(3.0)	16.5(6.6)	16.1(6.4)	2.3	6.7	64年	38%	24%	0%	8%	0%	32%	63%	-	10(12)	○
																96年	38%	90%	0%	10%	0%	37%	76%			
																32年	0%	11%	0%	8%	0%	31%	53%			
I-6	撤去	あり	10.0	0.0	○	68.5	402.9	471.3+α ^{※2}	48.77	34,237	12.2(3.0)	18.1(8.4)	17.6(7.9)	5.4	7.5	64年	38%	56%	0%	11%	0%	40%	63%	コスト最大	15(18)	○
																96年	100%	90%	0%	13%	0%	48%	74%			
																32年	38%	11%	0%	8%	0%	31%	53%			
II-1	存置	なし	0.0	3.0	×	0.0	0.0	0.0	0.00	0	12.2(3.0)	12.4(3.1)	15.5(5.9)	0.0	0.0	64年	0%	64%	21%	22%	83%	94%	200%	-	-	-
																96年	38%	88%	26%	32%	107%	139%	303%			
																32年	0%	11%	0%	6%	0%	22%	51%			
II-2	存置	あり	0.0	3.0	○	37.4	271.5	308.9	34.23	18,693	12.2(3.0)	12.3(3.0)	15.5(5.8)	0.7	6.3	64年	0%	24%	0%	7%	0%	26%	64%	-	9(10)	○
																96年	38%	53%	0%	8%	0%	31%	77%			
																32年	0%	11%	0%	6%	0%	24%	51%			
I+II ^{※8}	撤去	あり	1.5	1.5	○	36.6	261.9	298.5+α ^{※2}	32.94	18,287	12.2(3.0)	14.4(4.5)	15.0(5.3)	0.9	6.0	64年	38%	11%	0%	7%	0%	27%	63%	-	10(11)	○
																96年	38%	53%	0%	8%	0%	31%	76%			
																32年	0%	11%	0%	6%	0%	24%	51%			

：治水安全度が確保できないため評価対象から除外 ：第1位 ：第2位 ：30%以上 ：50%以上 ：100%以上

※1: ダム領域シナリオは2-2-1とした。明治用水頭首工の操作は、流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 旧明治用水頭首工の撤去にかかる費用は精査が必要であるため+αとした。
 ※3: 掘削土砂の運搬先は、越戸ダム地点と仮定した(ダム領域からの運搬先と同じ)。
 ※4: 粒径区分がS40年と一致する区間の割合とした。
 ※5: 目標堆積厚に対する河床上昇量の割合を断面ごとにとり、対象区間で平均した。
 ※6: 達成率が100%以上を3点、同50%以上100%未満を2点、同30%以上50%未満を1点としたときの合計点数とした。
 かつこなしの値は平均年最大流量を対象とし、かつこ内の値は平均年最大流量を対象としたときの合計点数を示す。
 ※7: 通過土砂量のうち、かつこなしの値は総量を示し、かつこ内の値は砂分を示す。
 ※8: シナリオ I と II の中間ケースとして設定したものであり、明治用水頭首工直下流への人為的土砂供給量の上限が3万m³/年であることを考慮し、越戸ダム、明治用水頭首工下流への人為的土砂供給量をともに1.5万m³/年とした。

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理：粒径回復の状況

- 抽出シナリオ (I-4、II-2) について、32年後、64年後の代表粒径 (D60) の回復状況を確認した。
- シナリオ I-4、II-2 は、シナリオ 0 に比べ、粗粒化の解消速度が速く、64年後の代表粒径は S40 に概ね近づくと予測される。
- シナリオ I-4 は、越戸ダム下流に人為的に土砂供給を実施するケースであり、明治用水頭首工より上流において、3つのシナリオ中粗粒化がもっとも解消される。

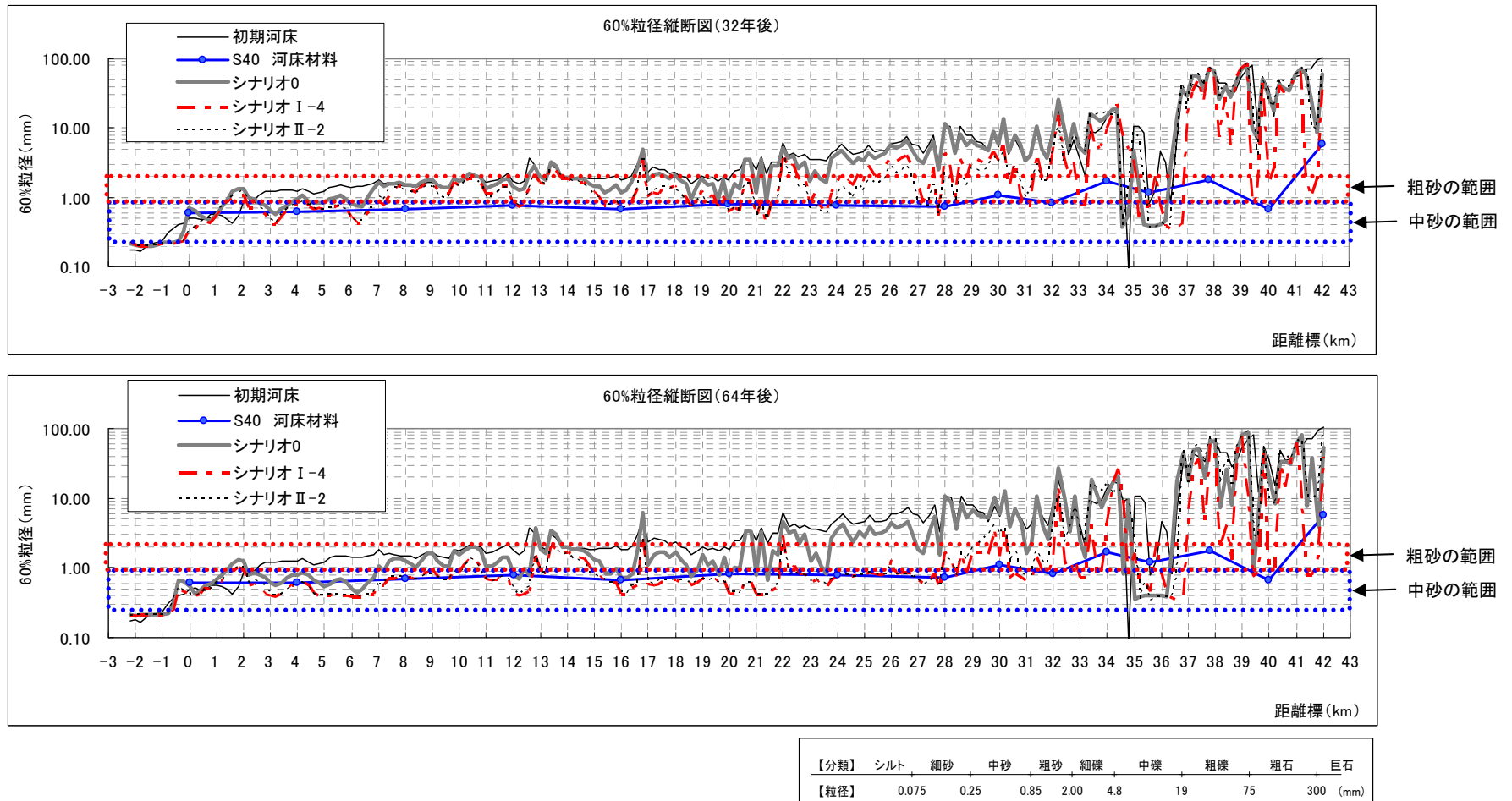


図 代表粒径D60の経年変化(上段:32年後、下段:64年後、一次元河床変動計算結果、現況河道)

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理：粒径回復の状況

- シナリオ0: 明治用水頭首工より下流の達成率は、32年後、64年後ともに11%である。明治用水頭首工より上流では達成困難である。
- シナリオ I -4: 明治用水頭首工より下流の達成率は、32年後に11%、64年後に53%である。明治用水頭首工より上流では達成困難である。
- シナリオ II -2: 明治用水頭首工より下流の達成率は、32年後に11%、64年後に53%であり、シナリオ I -4と同じである。明治用水頭首工より上流では達成困難である。

表 代表粒径D60の経年変化(一次元河床変動計算結果、現況河道)

シナリオ0(ダム領域シナリオ2-2-1)

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.5	13.5	13.7
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	4.3
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

セグメント	区間	S40代表粒径 (mm)	10年後												区間距離 (km)	達成率		
			1年後	10年後	20年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後							
3	~2.2k (河口) ~2.0k	0.61 中砂	0.38 中砂	0.36 中砂	0.38 中砂	0.48 中砂	0.51 中砂	0.55 中砂	4.2	11%	11%	33%						
	2.0k~9.8k (米津)	0.64 中砂	1.36 粗砂	1.38 粗砂	1.43 粗砂	1.13 粗砂	0.89 粗砂	0.65 中砂	7.8									
	9.8k (米津) ~12.6k (藤井床固)	0.77 中砂	1.85 粗砂	1.88 粗砂	1.76 粗砂	1.69 粗砂	1.39 粗砂	1.09 粗砂	2.8									
	12.6k (藤井床固) ~16.4k	0.67 中砂	2.16 細礫	1.91 粗砂	1.96 粗砂	1.86 粗砂	1.68 粗砂	1.49 粗砂	3.8									
	16.4k~21.2k (乙川合流前)	0.81 中砂	2.40 細礫	2.61 細礫	1.99 粗砂	1.95 粗砂	1.60 粗砂	1.25 粗砂	4.8									
2-2	21.2k (乙川合流前) ~30.0k	0.75 中砂	5.39 中礫	5.12 中礫	4.14 中礫	4.48 中礫	3.81 中礫	3.15 中礫	8.8									
	30.0k~34.6k (明治用水頭首工)	1.20 粗砂	8.10 中礫	10.66 中礫	8.57 中礫	9.94 中礫	8.83 中礫	7.73 中礫	4.6									
M	34.6k (明治用水頭首工) ~37.4k	1.18 粗砂	11.48 中礫	14.78 中礫	13.00 中礫	10.60 中礫	10.38 中礫	10.17 中礫	2.8	0%	0%	0%						
2-1	37.4k~42.0k	2.73 細礫	52.37 粗礫	52.75 粗礫	51.15 粗礫	43.36 粗礫	37.04 粗礫	30.71 粗礫	4.6	0%	0%	0%						

シナリオ I -4

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	14.8	13.5	16.1
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	5.3	4.2	6.7
礫	0.0	0.2	0.0	0.1

セグメント	区間	S40代表粒径 (mm)	10年後												区間距離 (km)	達成率		
			1年後	10年後	20年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後							
3	~2.2k (河口) ~2.0k	0.61 中砂	0.39 中砂	0.32 中砂	0.34 中砂	0.40 中砂	0.43 中砂	0.43 中砂	4.2	11%	53%	88%						
	2.0k~9.8k (米津)	0.64 中砂	1.36 粗砂	1.29 粗砂	1.27 粗砂	0.86 粗砂	0.56 粗砂	0.56 中砂	7.8									
	9.8k (米津) ~12.6k (藤井床固)	0.77 中砂	1.84 粗砂	1.81 粗砂	1.51 粗砂	1.34 粗砂	0.81 中砂	0.77 中砂	2.8									
	12.6k (藤井床固) ~16.4k	0.67 中砂	2.15 細礫	1.80 粗砂	1.71 粗砂	1.48 粗砂	1.08 粗砂	0.67 中砂	3.8									
	16.4k~21.2k (乙川合流前)	0.81 中砂	2.40 細礫	2.26 細礫	1.36 粗砂	1.18 粗砂	0.69 中砂	0.69 中砂	4.8									
2-2	21.2k (乙川合流前) ~30.0k	0.75 中砂	5.37 中礫	4.13 中礫	2.15 中礫	2.25 中礫	0.98 中礫	0.75 中砂	8.8									
	30.0k~34.6k (明治用水頭首工)	1.20 粗砂	7.82 中礫	8.50 中礫	4.49 中礫	5.44 中礫	3.74 中礫	2.04 中礫	4.6									
M	34.6k (明治用水頭首工) ~37.4k	1.18 粗砂	13.51 中礫	2.73 中礫	10.32 中礫	5.21 中礫	3.59 中礫	1.98 中礫	2.8	0%	0%	38%						
2-1	37.4k~42.0k	2.73 細礫	52.53 粗礫	34.41 粗礫	39.09 粗礫	33.50 粗礫	22.29 粗礫	11.07 中礫	4.6	0%	0%	38%						

シナリオ II -2

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.4	13.5	13.3
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	3.9
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

セグメント	区間	S40代表粒径 (mm)	10年後												区間距離 (km)	達成率		
			1年後	10年後	20年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後							
3	~2.2k (河口) ~2.0k	0.61 中砂	0.38 中砂	0.32 中砂	0.36 中砂	0.42 中砂	0.44 中砂	0.44 中砂	4.2	11%	53%	88%						
	2.0k~9.8k (米津)	0.64 中砂	1.36 粗砂	1.14 粗砂	1.28 粗砂	0.88 粗砂	0.57 粗砂	0.57 中砂	7.8									
	9.8k (米津) ~12.6k (藤井床固)	0.77 中砂	1.84 粗砂	1.77 粗砂	1.49 粗砂	1.30 粗砂	0.79 中砂	0.77 中砂	2.8									
	12.6k (藤井床固) ~16.4k	0.67 中砂	2.15 細礫	1.74 粗砂	1.70 粗砂	1.48 粗砂	1.05 粗砂	0.67 中砂	3.8									
	16.4k~21.2k (乙川合流前)	0.81 中砂	2.39 細礫	2.05 細礫	1.31 粗砂	1.14 粗砂	0.69 中砂	0.69 中砂	4.8									
2-2	21.2k (乙川合流前) ~30.0k	0.75 中砂	5.33 中礫	4.00 中礫	1.79 粗砂	1.64 粗砂	1.06 粗砂	0.75 中砂	8.8									
	30.0k~34.6k (明治用水頭首工)	1.20 粗砂	7.94 中礫	4.08 中礫	4.57 中礫	6.97 中礫	5.92 中礫	4.88 中礫	4.6									
M	34.6k (明治用水頭首工) ~37.4k	1.18 粗砂	11.48 中礫	12.76 中礫	13.18 中礫	10.64 中礫	10.47 中礫	10.30 中礫	2.8	0%	0%	0%						
2-1	37.4k~42.0k	2.73 細礫	52.37 粗礫	52.62 粗礫	52.45 粗礫	46.67 粗礫	41.14 粗礫	35.61 粗礫	4.6	0%	0%	0%						

表 検討ケース

検討ケース	条件					人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削		越戸ダム	
						区下流	明治用水頭首工下流
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし		0.0	0.0
シナリオ I -1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり		0.0	0.0
シナリオ I -2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし		3.0	0.0
シナリオ I -3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり		3.0	0.0
シナリオ I -4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり		3.0	0.0
シナリオ II -1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし		0.0	3.0
シナリオ II -2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり		0.0	3.0

※1: 明治用水頭首工への流入量が30m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム滞水池のものを用いた。

■ : 昭和40年の代表粒径より小さい
 ■ : 昭和40年の代表粒径より大きい
 ■ : 昭和40年の粒径区分と同じ

【分類】 シルト 細砂 中砂 粗砂 細礫 中礫 粗礫 粗石 巨石
 【粒径】 0.075 0.25 0.85 2.00 4.8 19 75 300 (mm)

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理：砂州高確保の必要年数

- 砂州高確保の達成率は以下の通りとなる。
- シナリオ I-4: 明治用水頭首工より下流では、32年後に36%、64年後に71%（ともに豊水流量時）、明治用水頭首工より上流では達成困難である。
- シナリオ II-2: 明治用水頭首工より下流では、32年後に42%、64年後に79%（ともに豊水流量時）、明治用水頭首工より上流では達成困難である。

※達成率は、必要堆積厚に対する河床上昇量の割合を断面ごとに求め、対象区間で平均した値とした。

シナリオ0(ダム領域シナリオ2-2-1)

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.5	13.5	13.7
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	4.3
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

表 堆積厚の経年変化(一次元河床変動計算結果、現況河道)

セグメント	区間	必要堆積厚 (m)		堆積高 (m)			達成率 (%) : 平均年最大流量			達成率 (%) : 豊水流量												
		平均年最大流量	豊水流量	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後										
3	-2.2k(河口)~2.0k	1.42	0.30	0.18	0.40	0.61	13%	28%	43%	60%	132%	204%										
	2.0k~9.8k(米津)	1.59	0.34	0.09	0.21	0.33	6%	13%	21%	28%	63%	99%										
	9.8k(米津)~12.6k(藤井床固)	2.16	0.37	0.18	0.31	0.44	8%	14%	20%	48%	82%	117%										
	12.6k(藤井床固)~16.4k	1.81	0.31	0.10	0.16	0.22	6%	9%	12%	32%	51%	70%										
	16.4k~21.2k(乙川合流前)	1.41	0.38	0.01	0.03	0.06	1%	3%	4%	4%	10%	16%										
2-2	21.2k(乙川合流前)~30.0k	1.48	0.40	0.01	0.03	0.06	1%	3%	4%	5%	9%	14%										
	30.0k~34.6k(明治用水頭首工)	1.92	0.61	0.03	0.02	0.01	2%	3%	3%	7%	8%	10%										
	M 34.6k(明治用水頭首工)~37.4k	2.90	0.57	0.14	0.28	0.42	8%	13%	18%	42%	67%	93%										
2-1	37.4k~41.6k	2.44	1.02	0.02	0.06	0.10	2%	4%	5%	5%	9%	13%										
							達成率		明治用水頭首工下流		5%		9%		14%		22%		45%		67%	
							達成率		明治用水頭首工上流		5%		8%		11%		20%		33%		45%	

シナリオ I-4

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	14.8	13.5	16.1
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	5.3	4.2	6.7
礫	0.0	0.2	0.0	0.1

セグメント	区間	必要堆積厚 (m)		堆積高 (m)			達成率 (%) : 平均年最大流量			達成率 (%) : 豊水流量												
		平均年最大流量	豊水流量	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後										
3	-2.2k(河口)~2.0k	1.42	0.30	0.21	0.46	0.71	15%	32%	50%	69%	154%	238%										
	2.0k~9.8k(米津)	1.59	0.34	0.12	0.28	0.44	8%	18%	28%	36%	84%	132%										
	9.8k(米津)~12.6k(藤井床固)	2.16	0.37	0.22	0.39	0.56	10%	18%	26%	59%	105%	150%										
	12.6k(藤井床固)~16.4k	1.81	0.31	0.15	0.27	0.39	8%	15%	22%	48%	88%	127%										
	16.4k~21.2k(乙川合流前)	1.41	0.38	0.07	0.13	0.18	5%	9%	13%	18%	33%	48%										
2-2	21.2k(乙川合流前)~30.0k	1.48	0.40	0.07	0.15	0.23	5%	10%	15%	17%	37%	57%										
	30.0k~34.6k(明治用水頭首工)	1.92	0.61	0.22	0.27	0.31	12%	14%	16%	36%	44%	51%										
	M 34.6k(明治用水頭首工)~37.4k	2.90	0.57	-0.24	-0.28	-0.32	0%	0%	0%	2%	0%	-1%										
2-1	37.4k~41.6k	2.44	1.02	-0.05	-0.07	-0.09	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
							達成率		明治用水頭首工下流		8%		16%		23%		36%		71%		106%	
							達成率		明治用水頭首工上流		0%		0%		0%		1%		0%		0%	

シナリオ II-2

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.4	13.5	13.3
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	3.9
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

セグメント	区間	必要堆積厚 (m)		堆積高 (m)			達成率 (%) : 平均年最大流量			達成率 (%) : 豊水流量												
		平均年最大流量	豊水流量	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後										
3	-2.2k(河口)~2.0k	1.42	0.30	0.21	0.46	0.71	15%	32%	50%	71%	153%	235%										
	2.0k~9.8k(米津)	1.59	0.34	0.12	0.28	0.43	8%	18%	27%	37%	83%	129%										
	9.8k(米津)~12.6k(藤井床固)	2.16	0.37	0.22	0.39	0.55	10%	18%	26%	59%	104%	149%										
	12.6k(藤井床固)~16.4k	1.81	0.31	0.15	0.27	0.39	8%	15%	22%	48%	87%	126%										
	16.4k~21.2k(乙川合流前)	1.41	0.38	0.07	0.12	0.18	5%	9%	13%	17%	32%	47%										
2-2	21.2k(乙川合流前)~30.0k	1.48	0.40	0.10	0.19	0.28	7%	13%	19%	25%	47%	68%										
	30.0k~34.6k(明治用水頭首工)	1.92	0.61	0.43	0.59	0.76	22%	31%	39%	70%	97%	124%										
	M 34.6k(明治用水頭首工)~37.4k	2.90	0.57	-0.15	-0.20	-0.25	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
2-1	37.4k~41.6k	2.44	1.02	-0.07	-0.11	-0.14	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
							達成率		明治用水頭首工下流		10%		18%		27%		42%		79%		116%	
							達成率		明治用水頭首工上流		0%		0%		0%		0%		0%		0%	

表 検封ケース

検封ケース	条件				人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	越戸ダム 直下流	明治用水頭首工 直下流
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし	0.0	0.0
シナリオ I-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0
シナリオ I-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	3.0	0.0
シナリオ I-3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0
シナリオ I-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0
シナリオ II-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	0.0	3.0
シナリオ II-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム湛水池のものを用いた。

【凡例】堆積厚
 : 平均年最大流量時の必要堆積厚以上
 : 豊水流量時の必要堆積厚以上

【凡例】達成率
 : 30%以上
 : 50%以上
 : 100%以上

4.3(6) 河川領域の土砂管理有力シナリオの内容、結果の整理：干潟回復の状況

■ シナリオ I -4と II -2の干潟回復の達成率は、64年後は約50%、96年後は約70%となり、シナリオ0より上昇する。

表 堆積厚の経年変化(一次元河床変動計算結果、-1km~3km、現況河道)

シナリオ0(ダム領域シナリオ2-2-1)

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.5	13.5	13.7
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	4.3
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

必要堆積厚 (m)	堆積高 (m)			達成率 (%)		
	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後
0.93	0.19	0.39	0.58	20%	41%	62%

シナリオ I -4

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	14.8	13.5	16.1
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	5.3	4.2	6.7
礫	0.0	0.2	0.0	0.1

必要堆積厚 (m)	堆積高 (m)			達成率 (%)		
	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後
0.93	0.22	0.45	0.68	22%	47%	72%

シナリオ II -2

	通過土砂量 (万m ³ /年)			
	最初の32年間		次の32年間	
	越戸ダム	明治用水頭首工	越戸ダム	明治用水頭首工
総量	12.2	12.4	13.5	13.3
シルト	9.1	9.2	9.2	9.3
砂	3.0	3.1	4.2	3.9
礫	0.0	0.1	0.0	0.1

必要堆積厚 (m)	堆積高 (m)			達成率 (%)		
	32年後	64年後	96年後	32年後	64年後	96年後
0.93	0.23	0.45	0.67	23%	47%	72%

: 30%以上
 : 50%以上
 : 100%以上

表 検討ケース

検討ケース	条件					人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)	
	ダム領域	明治用水頭首工	旧明治用水頭首工	維持掘削	人為的土砂供給量 ^{※2} (万m ³ /年)		
					越戸ダム直下流	明治用水頭首工直下流	
シナリオ0	シナリオ2-2-1	現行操作 ^{※1}	存置	なし	0.0	0.0	
シナリオ I -1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	0.0	
シナリオ I -2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	3.0	0.0	
シナリオ I -3	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	3.0	0.0	
シナリオ I -4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0	0.0	
シナリオ II -1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	なし	0.0	3.0	
シナリオ II -2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0	3.0	

※1: 明治用水頭首工への流入量が730m³/s以上で排水門開放を想定した。
 ※2: 人為的土砂供給する土砂は、越戸ダム滞水池のものを用いた。



4.4河口・海岸領域の土砂管理シナリオ(方向性の確認)

4.4(1)地形形状、三河湾の干潟浅場の状況

4.4(2)干潟浅場造成などに必要な土砂量の可能性と供給方法

4.4(3)河口・海岸域のシナリオ(方向性の整理)

4.4(1) 地形形状、三河湾の干潟浅場の状況

- 矢作古川の河口付近には干潟が残っており、昭和20年代とほぼ同程度である。矢作川河口部付近は埋立されている。
- 三河湾全体で見れば衣浦港、湾奥部で干潟が消失している。これは埋立や航路浚渫等の影響が大きいと考えられる。
- 三河湾では、これまでシーブルー事業により国や県が干潟造成事業を実施した。
- アサリ、ヤマトシジミは、昭和56年と平成4年～平成5年時を比較すると減少傾向にあるため、干潟の保全、回復が課題となっている。
- 現在、愛知県、国交省では、三河湾再生に向けて、干潟浅場造成が重要と考えており、検討を行っている。



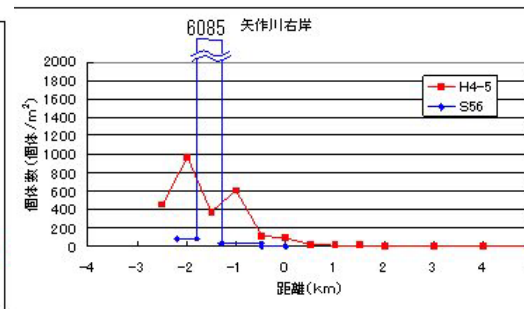
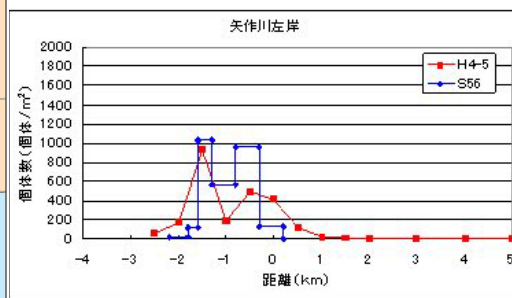
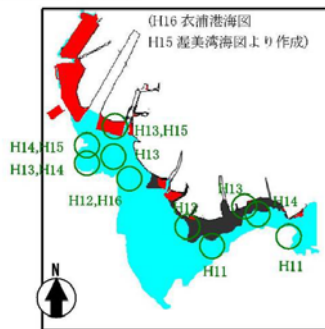
資料:環境庁「第4回自然環境保全基礎調査 自然環境情報図」1995より作成

図 干潟浅場の状況(伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会資料より)

昭和20年代(1945年前後)

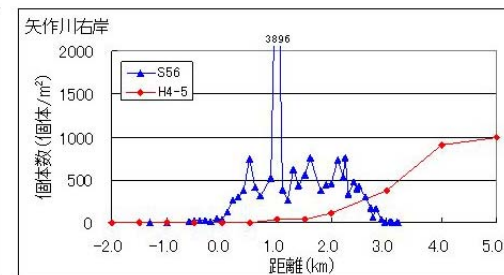
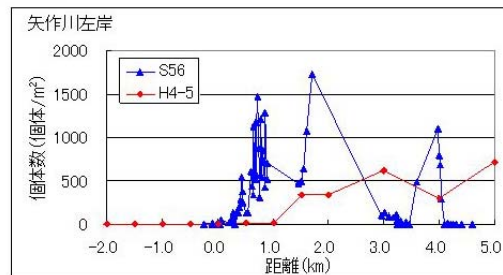


現在(2003年前後)



アサリの縦断分布の変遷

(出典:昭和56年矢作川河口堰河口海域環境影響調査、平成4,5年矢作川生物調査)



ヤマトシジミの縦断分布の変遷

(出典:昭和56年矢作川河口堰河口海域環境影響調査、平成4,5年矢作川生物調査)

- : 浅場(5m以浅)
- : S20年代以降の埋立地
- : 干潟(0m以浅)
- : S20年代の海岸線
- : 干潟・浅場の造成実績あり

4.4(2) 干潟浅場造成などに必要な土砂量の可能性と供給方法

- 現在、愛知県(三河湾里海再生プログラム:平成22年策定予定)、国交省(伊勢湾再生海域検討会・三河湾部会)で干潟・浅場の造成について検討中であるが、具体的な造成箇所、必要土砂量は確定していない。
- このため、現時点では必要土砂量は把握できない。
- 三河湾流域圏会議(豊橋河川事務所)において、干潟・浅場造成材の検討を行っており、干潟・浅場造成に必要な土砂と、河川工事等により発生する土砂の連携活用について検討中である。
- 矢作ダムの堆積土砂または排砂し河道にたまった土砂の活用先としても可能性は高い。

	供給側	需要側
事業内容	港湾事業(航路浚渫等) 河川事業(改修工事・排砂等)、ダム堆積土	干潟・浅場造成事業
土砂量	今後三河地区で年間15万m ³ 以上の土砂が安定的に発生	必要土砂量については現在検討中
時期	河川工事は非洪水期(11月～4月頃)に実施	漁業の操業期(冬～春)では工事が困難となる場合がある
材料	干潟・浅場造成材料として活用できる可能性が高い	中央粒径0.2mm以上、細粒分20%未満(豊川河口干潟造成財検討より) やや粗い砂がよい(水産試験場)
連携の可能性	河川工事等からある程度安定的に土砂が発生する可能性が高く、材料としても問題がないと考えられるため、必要土砂量がある程度確定した段階での連携調整が可能	
課題	河川での土砂発生と干潟・浅場造成工事との時期のずれがある ストックヤードの確保が必要(施工箇所付近) 安定供給のための調整、双方の事業計画の整合が必要	

※三河湾流域圏会議資料(H22.2.25)より整理

4.4(3) 河口・海岸領域の土砂管理シナリオ（方向性の整理）

<河口・海岸領域での課題>

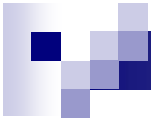
- 既存資料（地形図、航空写真等）によると地形変化はほとんどない。
- 三河湾全体でみると、人為的作用により干潟・浅場の減少がある。生物環境、漁場環境の観点から干潟浅場の回復は急務であり、矢作川下流部での流下能力確保のための掘削土砂の活用を促進する必要がある。

<検討の実施>

- 管理者等へのアンケートから、現時点では課題、必要な土砂量について検討中であり、方向性を示すことはできない。今後、計画策定が進んだ段階で、土砂管理の方向性について検討する。

<想定される最適シナリオの抽出>

- 海岸・港湾・水産管理者が必要とする干潟・浅場造成、養浜のための土砂として、矢作川河道・矢作ダム掘削土砂を有効活用することが考えられる。（愛知県によりH22年度策定予定の「三河湾里海再生プログラム」を踏まえ設定）
- 干潟・浅場の再生・創出は重要な課題であり、河川領域の各管理者と河口海岸領域の各管理者により連携を進める。



4.5土砂管理シナリオのまとめ

4.5 土砂管理シナリオのまとめ

表 土砂管理シナリオのまとめ(現況河道)

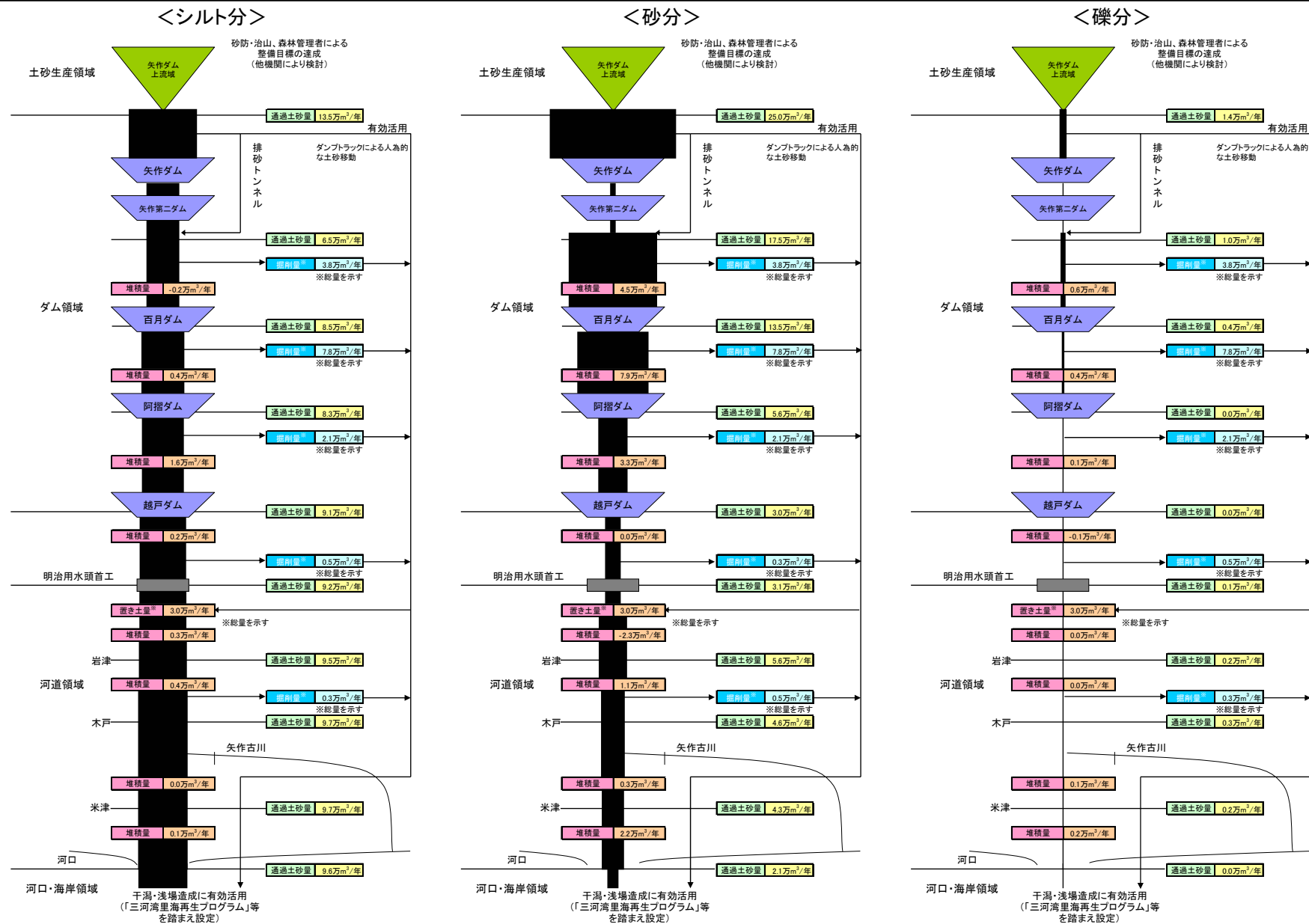
		ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオⅡ-2	ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオⅠ-4	
施設運用条件	ダム	【排砂バイパス】 排砂濃度:2%、排砂開始流量:94.7m ³ /s、 排砂バイパスからの最大放流量:100m ³ /s 【発電ダム】 百月ダム:200m ³ /s以上FF、阿摺ダム:200m ³ /s以上FF 越戸ダム:現行操作 【維持掘削】 掘削頻度:1年間の終わりに毎年実施 掘削位置:維持管理河床以上に堆積する区間 掘削量 :約13.7万m ³ /年※1	ダム	同左
	河川	【明治用水頭首工】 現行操作+旧明治用水頭首工は存置 【人為的土砂供給】 明治用水頭首工直下流に3万m ³ /年 【維持掘削】 明治用水頭首工上流区間で約0.5万m ³ /年、 明治用水頭首工下流区間で約0.3万m ³ /年(現況河道)	河川	【明治用水頭首工】 現行操作+旧明治用水頭首工は撤去 【人為的土砂供給】 越戸ダム直下流に3万m ³ /年 【維持掘削】 明治用水頭首工上流区間で約1.0万m ³ /年、 明治用水頭首工下流区間で約0.3万m ³ /年(現況河道)
コスト	ダム	1,290.1億円/100年	ダム	同左
	河川	25.8億円/100年	河川	36.1億円/100年+ α ※2
	合計	1,315.9億円/100年	合計	1,326.2億円/100年+ α
社会環境への影響	ダンプ通過台数	48,985台/年(ダム領域)+2,195台/年(河川領域) =51,180台/年	ダンプ通過台数	48,985台/年(ダム領域)+3,390台/年(河川領域) =52,375台/年
	CO ₂ 排出量	110.7万kgCO ₂ /年(ダム領域)+2.5万kgCO ₂ /年(河川領域) =113.2万kgCO ₂ /年(225世帯の排出量に相当※3)	CO ₂ 排出量	110.7万kgCO ₂ /年(ダム領域)+3.3万kgCO ₂ /年(河川領域) =114.0万kgCO ₂ /年(226世帯の排出量に相当※3)
目標達成状況	ダム	排砂バイパスにより約25万m ³ /年の土砂を吸引バイパスにより排出し、 残りは矢作ダム貯水池の維持浚渫により、流入土砂の全量排出を達成 矢作川河道・矢作ダム掘削土砂の有効活用	ダム	同左
	河川	【粒径の回復】 約60年で概ね達成。ただし、明治用水頭首工より上流区間の回復速度は、シナリオⅠ-4より遅い 【砂州高の確保】 明治用水頭首工より上流及び16.4k~30.0kを除く区間では、約60年間で60%以上達成(豊水流量時) 【干潟の回復】 100年以上の期間が必要	河川	【粒径の回復】 約60年で概ね達成 【砂州高の確保】 河口~16.4kの区間では、約60年間で60%以上達成(豊水流量時) 【干潟の回復】 同左
	海岸	矢作ダム、矢作川の掘削土砂の有効活用が可能 (H22策定予定の「三河湾里海再生プログラム」等の結果を踏まえ設定)	海岸	同左

※1: 掘削量はできる限り、土砂資源として有効に活用することで、コスト低減を図る。(このうち約3万m³は河川領域に供給)

※2: 旧明治用水頭首工の撤去にかかる費用は精査が必要であるため+ α とした。

※3: 1世帯あたりの年間排出量を5,040kgCO₂として換算した(独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィスホームページより設定)。

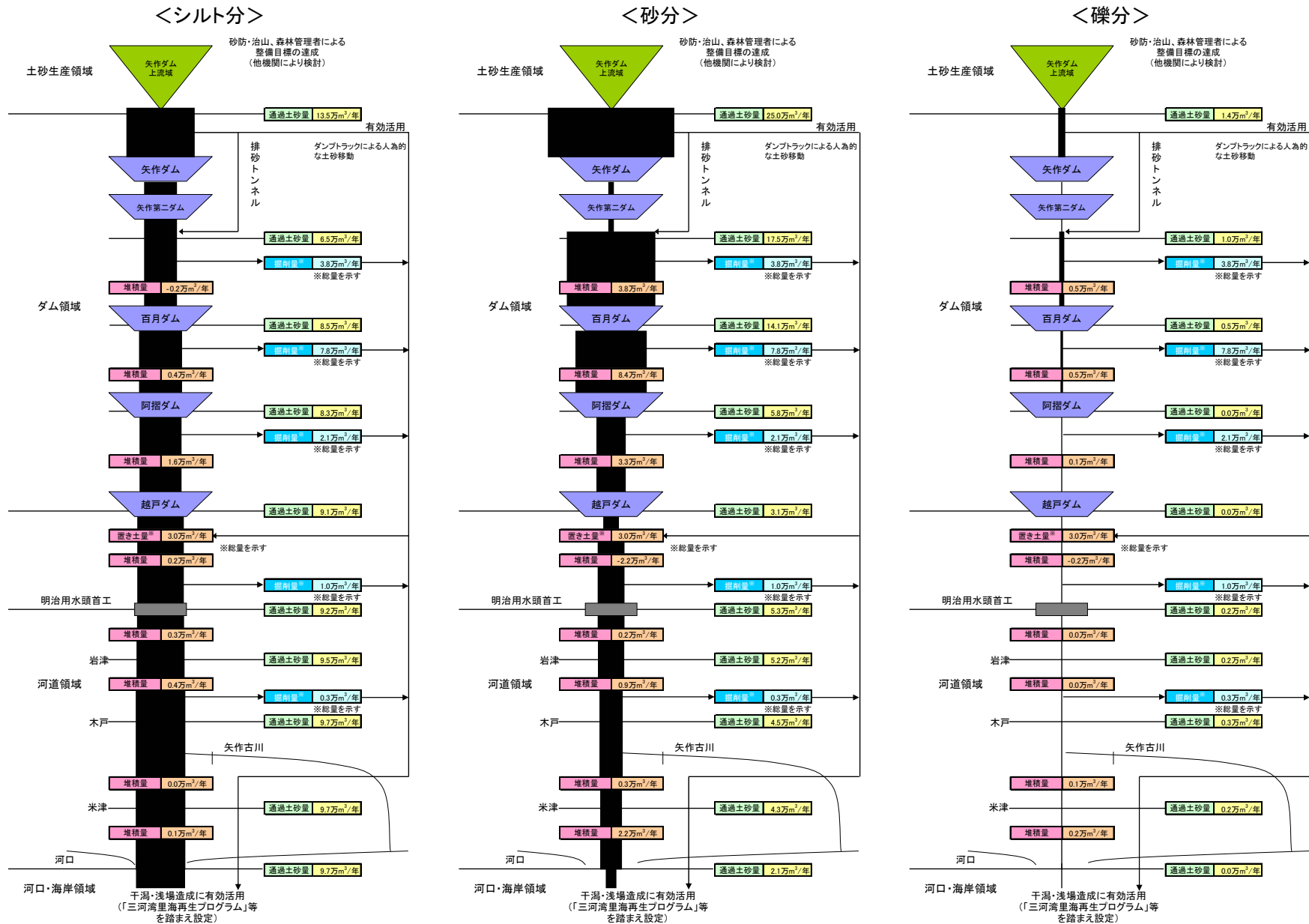
4.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ1（河川領域シナリオⅡ-2）



※通過土砂量は、平成12年（東海豪雨生起年）を含む32年間の平均値

図 有力シナリオにおける土砂動態マップ1(ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオⅡ-2(明治用水頭首工下流に人為的な土砂供給)、現況河道) 109

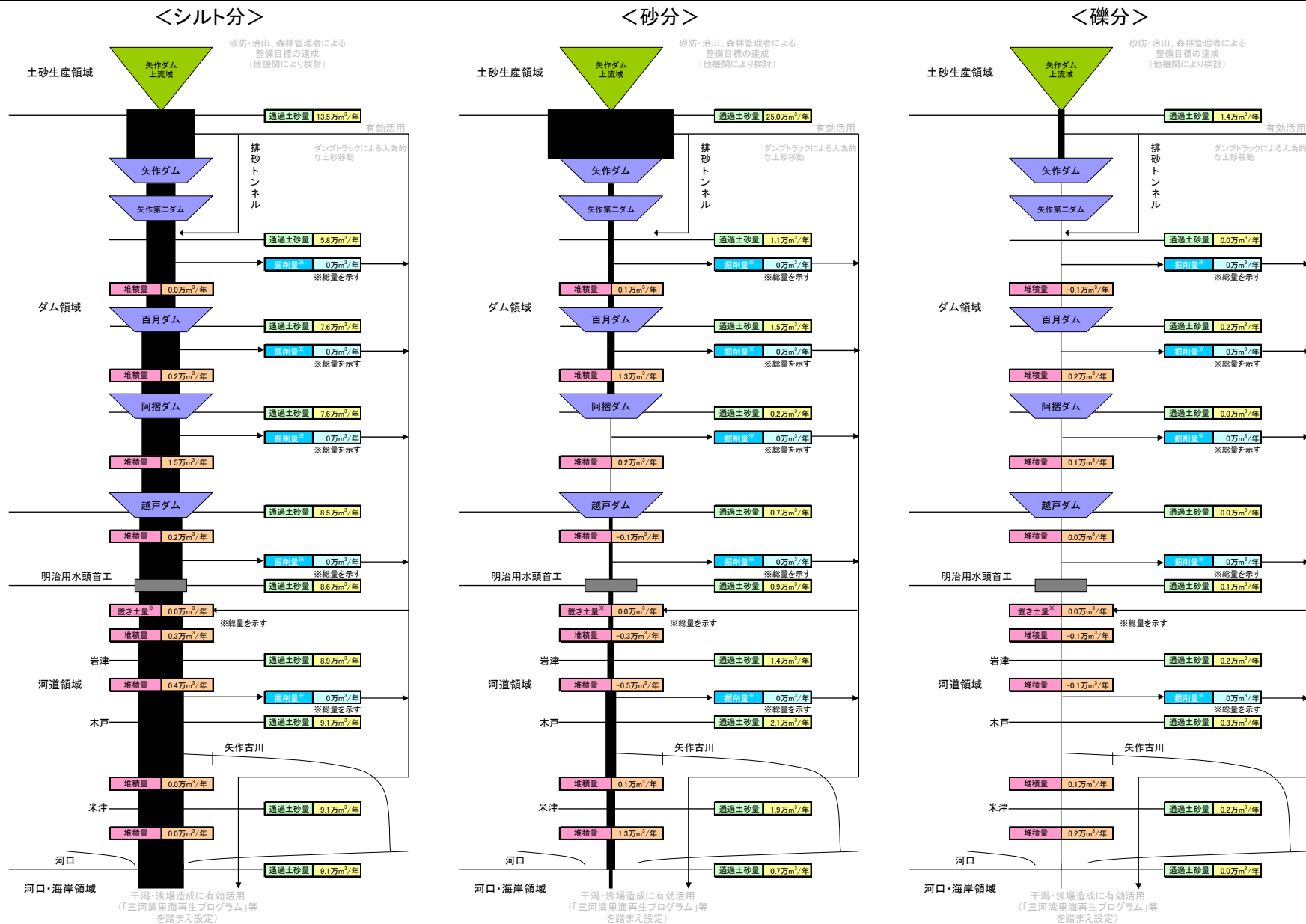
4.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ2（河川領域シナリオ I-4）



※通過土砂量は、平成12年（東海豪雨生起年）を含む32年間の平均値

図 有力シナリオにおける土砂動態マップ2(ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオ I-4(旧明治用水頭首工を撤去)、現況河道)

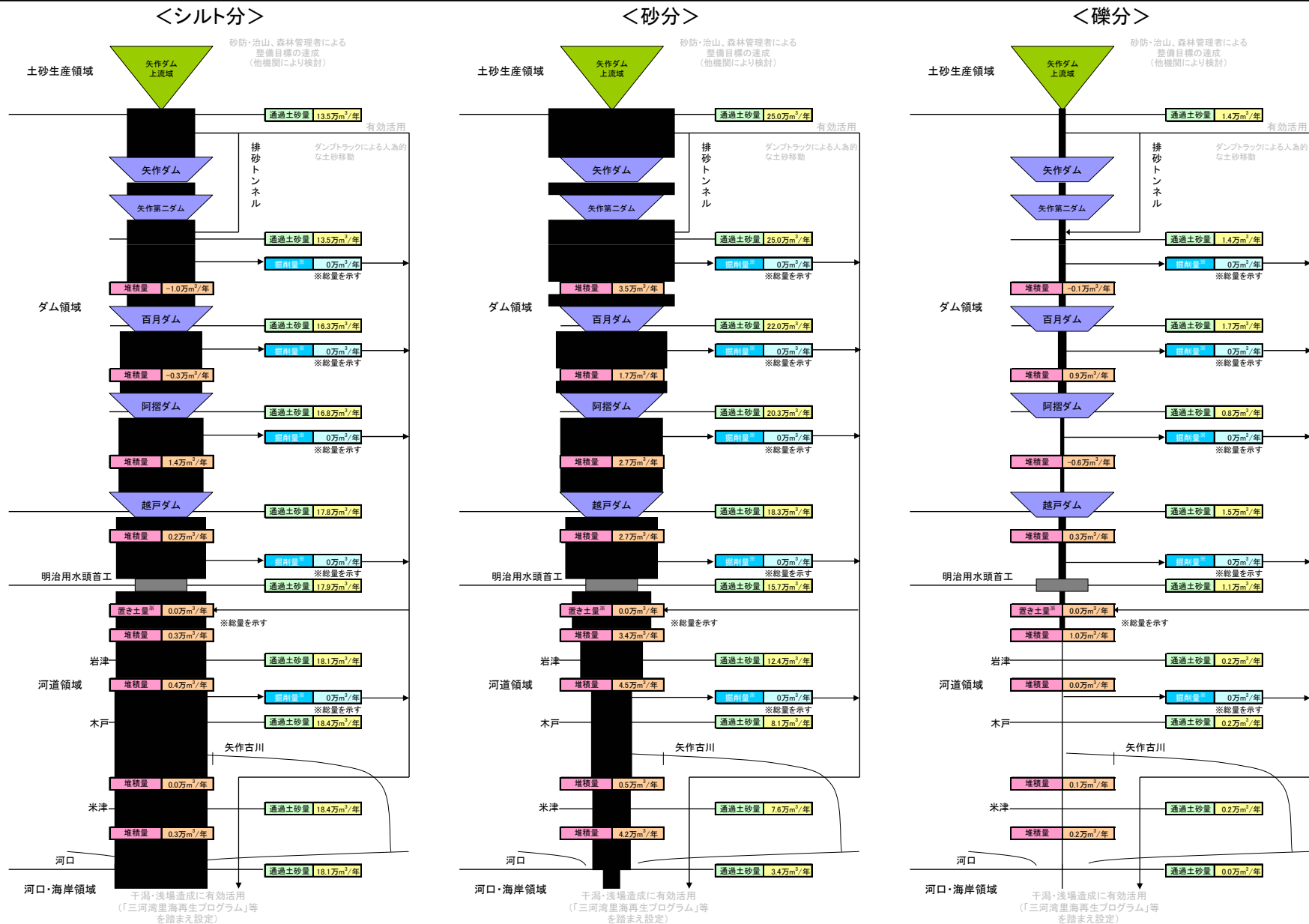
4.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ3（排砂なし）



※通過土砂量は、平成12年（東海豪雨生起年）を含む32年間の平均値

図 土砂動態マップ3（排砂なし（現況と同じ）、現況河道）

4.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ4（ダムなし）



※通過土砂量は、平成12年（東海豪雨生起年）を含む32年間の平均値

図 土砂動態マップ4(矢作ダム・発電ダムなし、現況河道)

5 平成22年度検討委員会の総括

- 今年度委員会では、各領域において土砂管理目標、土砂管理シナリオについて設定した
- 環境評価は、一次元計算による評価を基本としたが、一部区間(排砂バイパス直下)で二次元計算を実施し、評価結果を補完した
- 環境評価精度の向上、砂防計画との整合性、維持掘削土砂の運搬等今後の課題を有す

目指すべき姿

- 昭和40年代頃の河川環境を目指し、維持することができる土砂の連続性の確保と土砂バランスを目指す
- ダム堆砂、河床材料の粗粒化、滞筋の固定化、樹林化、干潟・浅場の減少等が極力生じない、矢作川本来の姿を回復する

領域	土砂管理目標	土砂管理シナリオ	今後の課題
土砂生産	<ul style="list-style-type: none"> ● 治山・砂防施設の整備計画目標の達成による土砂災害の抑制 ● ダム領域に30.8万m³/年を受け渡し 	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理者の策定する整備計画に基づく施設整備の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ● ダムの貯水池管理と砂防計画との連携方策検討
ダム	<ul style="list-style-type: none"> ● 流入土砂量30.8万m³/年の全量排除による矢作ダムの治水、利水機能の回復 ● 礫床環境の維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 矢作ダム流入土砂量の全量を排砂バイパス及び貯水池浚渫により排除 ● 百月・阿摺両ダムの運用見直しによる河川領域への流下土砂量の増大 ● 治水・利水機能に影響を与える河道堆積土砂の維持掘削(13.7万m³/年) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境影響に関する評価精度の向上 ● 評価結果の更新を受けた土砂管理シナリオの修正 ● 維持掘削土砂の運搬・利活用の可能性に関する検討精度向上
河川	<ul style="list-style-type: none"> ● 健全な砂州の形成 →粗粒化改善:S40の代表粒径へ →必要堆積厚:平均50cm※¹程度の堆積厚の確保 ● 河口干潟の再生 →平均90cm※²程度の堆積厚の確保 	<ul style="list-style-type: none"> I:越戸ダム堆積土砂の越戸ダム直下への運搬+旧明治用水頭首工撤去+岩掘削 II:越戸ダム堆積土砂の明治用水頭首工直下への運搬 ● 治水・利水機能に影響を与える河道堆積土砂の維持掘削[I :1.3, II :0.8](万m³/年) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 旧明治用水頭首工撤去の可能性検討 ● 環境影響に関する評価精度の向上 ● 評価結果の更新を受けた土砂管理シナリオの修正 ● 維持掘削土砂の利活用方策検討 ● シナリオに位置づけられた置土実施計画の立案 ● 矢作古川上流端での通過土砂量検討
海岸	<ul style="list-style-type: none"> ● 干潟、浅場の回復・保全 	<ul style="list-style-type: none"> ● ダム、河川領域における維持掘削土砂の海岸領域への供給 	<ul style="list-style-type: none"> ● 必要土砂量の設定※³

※1:41.6k~-2.2kの平均値、※2:3.0k~-1.0kの平均値、※3:三河湾里海再生プログラム、伊勢湾再生海域検討会・三河湾部会において検討