

矢作川水系総合土砂管理プラン(案)



《目 次》

- 1.流砂系の概要
- 2.流砂系で発生している課題
- 3.総合土砂管理の基本方針及び流砂系の目指すべき姿
- 4.目標期間
- 5.土砂管理目標
- 6.土砂管理シナリオ
- 7.モニタリング計画
- 8.連携して取り組むべき方策

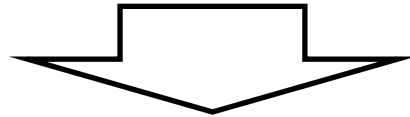
0. 土砂管理プランとは

総合土砂管理プランとは

総合的な土砂管理とは、山地・山麓部、扇状地、平野部、河口・海岸部等の領域で発生している土砂移動に関する問題に対して、砂防・ダム・河川・海岸の個別領域の問題として対策を行うだけでは解決できない場合に、各領域の個別の対策に留まらず、土砂が移動する場全体を流砂系という概念で捉えることにより、流砂系一貫として、土砂の生産の抑制、流出の調節等の必要な対策を講じ、解決を図るものである。※

これを実現するための総合土砂管理計画を策定する際の指針として本委員会で検討するものを総合土砂管理プランという。

※河川砂防技術基準より



平成22年度より、「矢作川水系総合土砂管理検討委員会」を立ち上げ、学識者の指導・助言を得ながら総合土砂管理計画策定のための技術指針(総合土砂管理プラン)について検討

1. 流砂系の概要

- 土砂生産領域：崩壊地が多く、近年も土砂災害が発生している。
- ダム群領域：恵南豪雨により矢作ダムの堆砂量が、計画堆砂量と同程度となった。
- 河川領域：昭和40年以降、土砂動態の変化、砂利採取などにより、全体的に河床低下※と粗粒化がみられ、これに伴い干潟・ヨシ原の減少、砂州の陸域化樹林化等の進行がみられる。
- 河口海岸領域：三河湾では埋立により干潟が減少している。

※砂利採取は昭和63年以降は実施しておらず、現在は安定している

<土砂生産領域>

- 矢作川上流域では山腹崩壊等による流出土砂が多い。
- 昭和20年代以降の崩壊地と禿地地の面積は、減少傾向となっており、平成12年以降はやや増加している。
- 砂防施設等の整備は実施しているが、土砂災害も発生している。

<ダム群領域>

- 平成21年(2009)度時点で計画堆砂量に対する堆砂量の割合が約103%となっている。
- 恵南豪雨が発生した平成12年の堆積土砂量は約280万m³であった。
- 予測においては年平均で30.8万m³の土砂が流入し、約24.7万m³が堆積すると想定している。

<河川領域(ヨシ原・干潟)>

- ヨシ原面積は昭和48年と比較して、昭和57年には半分以下まで減少した。
- その後は10~20haで増減しながら推移している。
- 干潟面積は昭和40年以降、年々減少し、昭和60年には昭和40年の約2割にまで減少した。
- 昭和60年以降はほぼ変化なく推移している。

- 河口・海岸領域では、埋め立てにより干潟・浅場が減少している。近年、干潟・浅場の造成が実施されており、アサリ等の生物生息場の形成に寄与している。

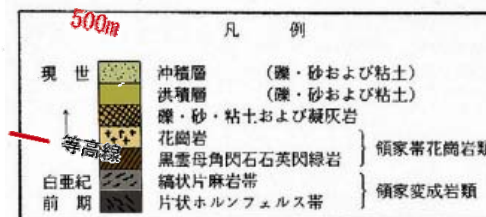
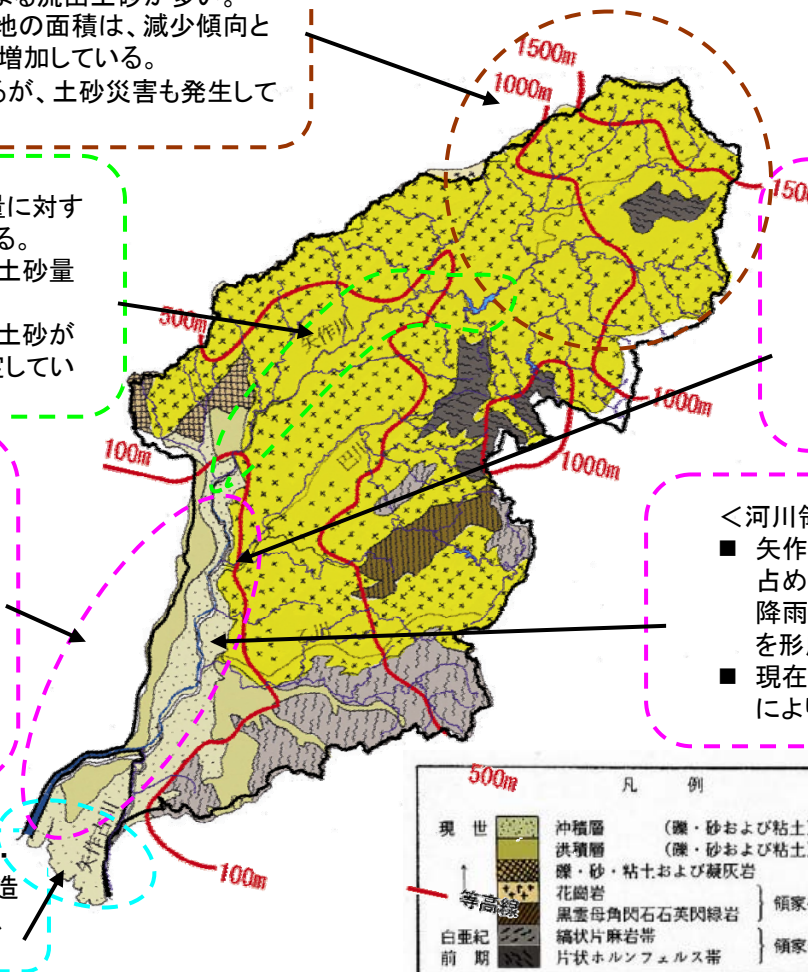
流域面積	1830km ²
幹川流路延長	118km

<河川領域>

- 昭和40年と平成12年を比較すると全川の粗粒化が進行している。
- 河口から明治用水頭首工までは、上流ほど粗粒化の傾向が大きい。
- みお筋の固定化、かく乱頻度の減少に伴い砂州の陸域化が進行し、河道内樹林が拡大、砂河原が減少した。

<河川領域>

- 矢作川流域の地質は、領家花崗岩類が大部分を占め、地表の花崗岩はマサ化し崩壊しやすいため、降雨時等に多量の土砂が流出することで沖積平野を形成してきた。
- 現在では、矢作ダムや発電ダム、明治用水頭首工により土砂の移動が阻害されている。



2. 流砂系で発生している課題

■ 土砂に起因する問題は、流域の地質、工作物による土砂の遮断、砂利採取等により発生している

<現況における課題>

土砂生産領域：山腹崩壊等による土砂災害の発生

ダム群領域：ダム堆砂による治水・利水容量の減少

河川領域：砂利採取や土砂動態変化による

- ・干潟・ヨシ原の減少

- ・砂州河原の減少・樹林化

河口海岸領域：矢作川の土砂に直接起因した問題は生じていない

矢作ダム排砂前
(現在)

土砂生産領域

ダム領域

河川領域

海岸領域

現象

問題・課題

山腹崩壊

土砂流出

ダム堆砂

土砂供給量減

河床低下

粗粒化

砂防施設等の整備の遅れによる
土砂災害の発生

治水・利水容量の減少

砂利採取(過去)

干潟・ヨシ原の減少

砂州河原の減少、樹林化

一部で海域環境・漁場環境の減少
埋立て等的人為的インパクト大

3. 総合土砂管理の基本方針及び流砂系の目指すべき姿

＜矢作川流砂系の目指すべき姿の実現に向けた基本方針＞

各領域(土砂生産領域、ダム群領域、河川領域、海岸領域)間で連携を図り、以下の基本方針に沿った土砂管理を推進する。

- 1: 土砂の連続性を可能な限り確保する。
- 2: 治水安全度を低下させない。
- 3: 利水機能を低下させない。
- 4: 矢作川らしい河川環境を回復する。
- 5: 土砂管理に係る全体コストの最小化を図る。

表 矢作川における目指すべき姿

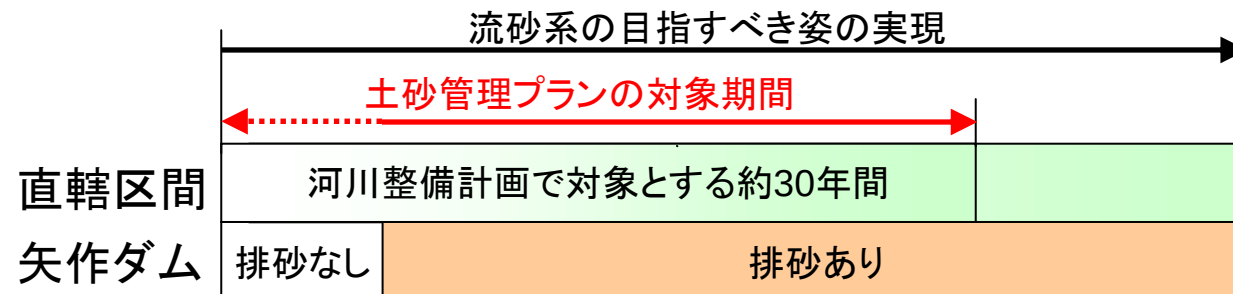
領域	内容
土砂生産領域	●土砂災害の防止 ●適切な土砂の流下の確保 ●大規模出水による発生土砂の抑制
ダム群領域	●ダム貯水池機能の維持と長寿命化 ●治水・利水機能の両立 ●河川環境の保全
河川領域	●(44.6k～45.0k) : 現在の矢作川が有している山間の渓谷景観を保全する環境 ●(37.4k～44.6k) : 土砂堆積を抑制し、現在の矢作川が有しているアユの産卵場やヨシノボリ類などの生息環境に適した河床状況が持続する環境 ●(34.6k～37.4k) : 土砂堆積が抑制された河床状況が持続する環境 ●(29.0k～34.6k) : 現在の矢作川が有しているアユの産卵場やヨシノボリ類などの生息・生育環境に適した河床状況が持続する環境 ●(21.2k～29.0k) : 河床低下の抑制、砂礫床を保全・回復し、現在の矢作川が有している砂州と樹林と水辺が一体となる景観が持続する環境 ●(3.0k～21.2k) : 矢作川がかつて有していた河道内で広く移動するみお筋を回復・持続する環境 ●(-2.2k～3.0k) : 矢作川がかつて有していた多様な生態系を有する干潟を回復・持続する環境
河口・海岸領域	●三河湾がかつて有していた干潟・浅場の保全や回復への寄与

4. 目標期間

■土砂管理プランの目標期間

○総合土砂管理プランは、河川整備計画を対象とする約30年間で実施可能な土砂管理施策を定める。

<検討対象期間について>



5. 土砂管理目標

- 土砂管理目標は、目指すべき姿を実現するための具体的な目標設定であり、最適な土砂管理シナリオを踏まえ、目標期間到達時点の流砂量を目標値として設定する。
- 目標達成にあたり発生が懸念される新たな影響(問題点)については、影響の軽減・回避を図る。

表 目指すべき姿を実現するための土砂管理目標

領域	土砂管理目標		目標達成状況の 評価指標
土砂 生産	目標	●砂防・森林管理者による適切な施設整備及び管理の推進	●施設整備状況
ダム 群	目標	●矢作ダム堆砂進行の防止	●貯水池堆砂量
	制約	●現況治水安全度・発電ダム貯水池機能の確保	●治水安全度・利水機能への悪影響発生状況
		●現況の河床環境の保全	●河床材料の保全状況 ●生物生息環境の保全状況
河川	目標	●(44.6k~45.0k) 土砂を堆積させない	●河床高
		●(37.4k~44.6k) 現在の河床材料構成を持続させ、土砂を堆積させない	●代表粒径・河床高
		●(34.6k~37.4k) 土砂を堆積させない	●河床高
		●(29.0k~34.6k) 現在の河床材料構成を持続させ、土砂を堆積させない	●代表粒径・河床高
		●(21.2k~29.0k) 二極化の進行及び砂州の樹林化を抑制する	●代表粒径・堆積厚
		●(3.0k~21.2k) 河道内で広くみお筋が移動できる環境を回復・持続する	●代表粒径・堆積厚
		●(-2.2k~3.0k) 多様な生態系を有する干潟を回復する	●干潟面積(平均満潮位と平均干潮位の間で干出する箇所)
	制約	●現況及び整備計画の治水安全度の確保	●治水安全度への悪影響発生状況
河口・ 海岸	目標	●矢作川からの供給土砂を活用した干潟・浅場の保全・創出	●供給可能土砂量

5. 土砂生産領域の土砂管理目標

■土砂生産領域の現状

- ・現在約1,600千m³の砂防堰堤が整備されている
- ・森林管理が不十分



■土砂生産領域の課題

- ・現在も度々土砂災害が発生しているため、土砂災害の発生防止が必要
- ・適切な森林管理が必要



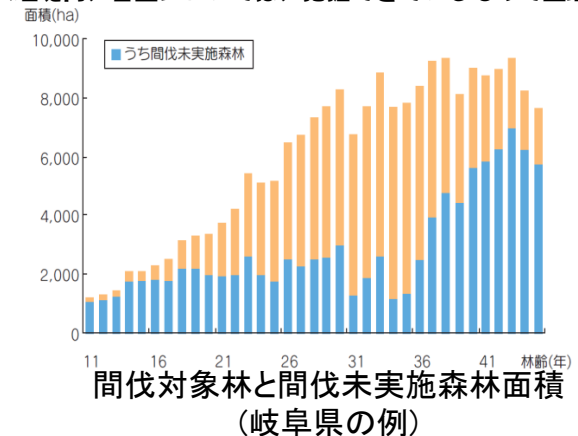
■土砂管理目標

- ・砂防・森林管理者による適切な施設整備の推進

既設砂防堰堤の諸元

	基数 (基)	堰堤高 (m)	容量 (千m ³)
矢作川 上流他	728	7.2	591
上村川	71	5.3	185
名倉川	571	7.0	866
平均		7.1	
合計	1370		1,600

※堰堤高、容量については、把握できているもので整理



土石流被害の状況
(犬間沢・旧上矢作町達原)

5. ダム群領域の土砂管理目標

■ダム群領域の現状

- ・矢作ダムの堆砂率は100%を超過している
- ・発電ダム区間の大部分はダム建設前から礫床である



■ダム群領域の課題

- ・今後の堆砂進行により貯水池容量が減少した場合、治水・利水といったダム機能が低下してしまう
- ・河床環境の改変を極力回避することが必要である



■土砂管理目標

- ・矢作ダムの堆砂進行の防止
- ・現況の河床環境の保全

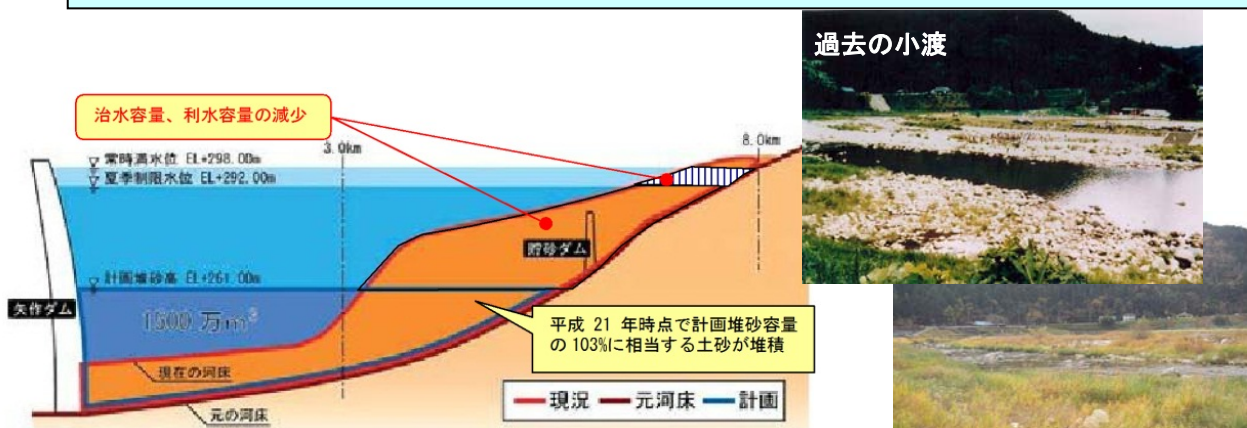


図 矢作ダムの堆積状況

過去の小渡



現在の小渡

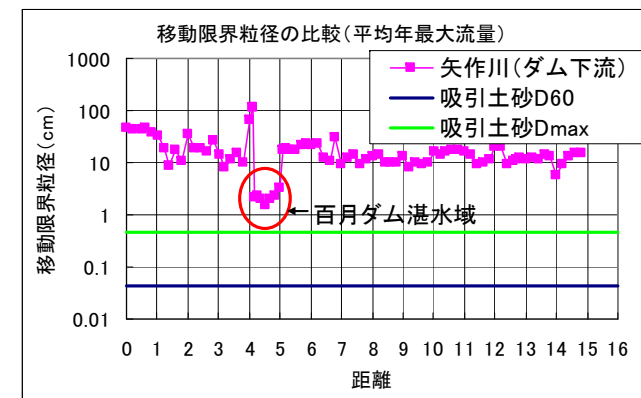


図 移動限界粒径縦断面図

ダム群領域では大部分が礫床であり、過去からの河床材料の大きな変化はない。移動限界粒径からも砂分は流下することが想定される。

5. 河川領域の土砂管理目標

■河川領域の現状

- ・昭和40年代から砂利採取等による河床の低下
- ・近年は河床高はおおむね安定。区間によっては堆積、低下もみられる。
- ・粗粒化の傾向



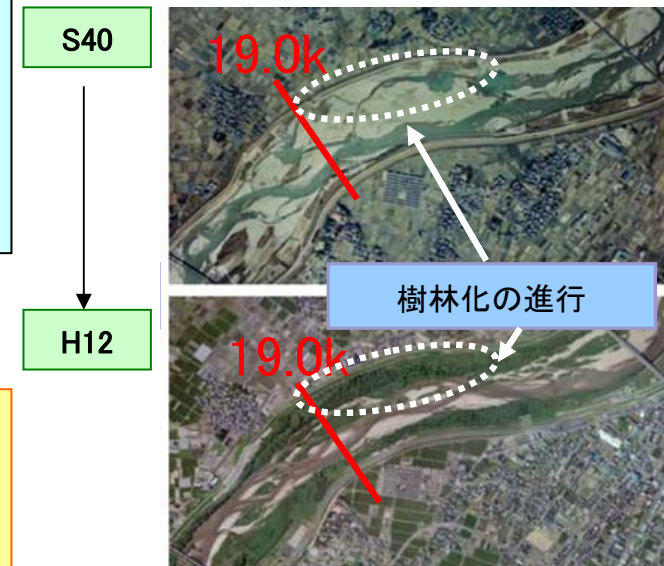
■河川領域の課題

- ・みお筋の固定化、河道内の樹林化
- ・陸域、水域の二極化

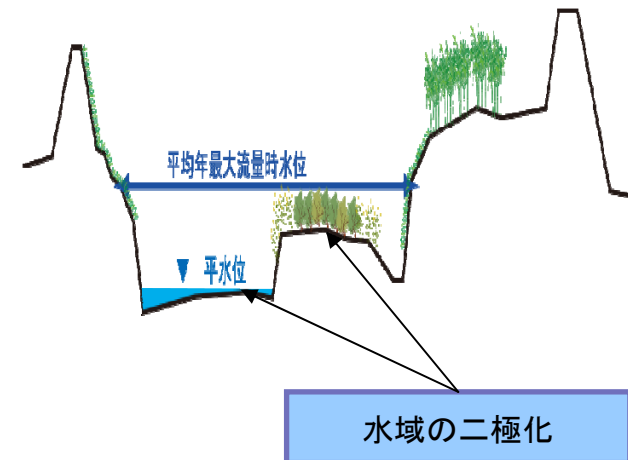


■土砂管理目標

- ・河川整備計画、自然再生計画等と併せ、土砂管理を行うことで、干潟の回復、かつて矢作川で見られた景観の回復等を図る
- ・河道特性により分割した区間毎に目指すべき姿、土砂管理目標を設定



河道状況の変化 (S40⇒H12)



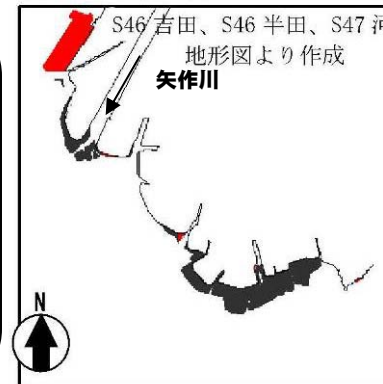
5. 河口・海岸領域の土砂管理目標

昭和 40 年代(1971 年前後)

現在(2002 年前後)

■ 矢作川河口付近の干潟等の状況

- ・河口の干潟は、埋立により消失している。
- ・河口付近の主な干潟は旧本川である矢作古川からの洪水時の土砂により形成されたと考えられる。
- ・一方で矢作川河口付近では約50年間で浅場域が1km程度沖合に前進しており、河川からの土砂供給が多いと考えられる。



- : S36 年以降の埋立地
- : 干潟
- : S36 年の海岸線

■ 三河湾全体での課題

- ・三河湾全体で見れば浅場・干潟が減少している。
- ・赤潮、青潮(苦潮)が発生しており、三河湾の再生に向けては干潟浅場の造成を進めていくことが有効と考えられる。

(三河湾里海再生プログラム(愛知県)、伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会(国交省))

■ 土砂管理目標

- ・矢作川からの直接的な土砂供給量の増大による干潟、浅場の再生効果は小さいと想定される。
- ・一方で、土砂管理において余剰となる土砂の有効活用が考えられる。

⇒矢作川からの供給土砂量を活用した三河湾の干潟・浅場の保全創出を図る。



6.土砂管理シナリオ

- 6.1 土砂管理シナリオの検討モデル
- 6.2 矢作川水系全体の土砂管理シナリオ
- 6.3 土砂生産領域
- 6.4 ダム群領域
- 6.5 河川領域
- 6.6 河口・海岸領域

6.1 土砂管理シナリオの検討モデル

■ 基本的な考え方

- 矢作ダム流入土砂量は、実績堆砂量等から粒径別に流量～土砂量関係を設定
- 支川からの流入土砂量は、単位面積当たりの発生土砂量が同じとして設定
- 矢作ダム堆砂量、堆砂形状、排砂量は一次元河床変動計算により推定
- 矢作川の土砂動態は一次元河床変動計算により推定(発電ダム等考慮)
- 詳細な環境変化をみるため部分的に平面二次元河床変動計算を併用

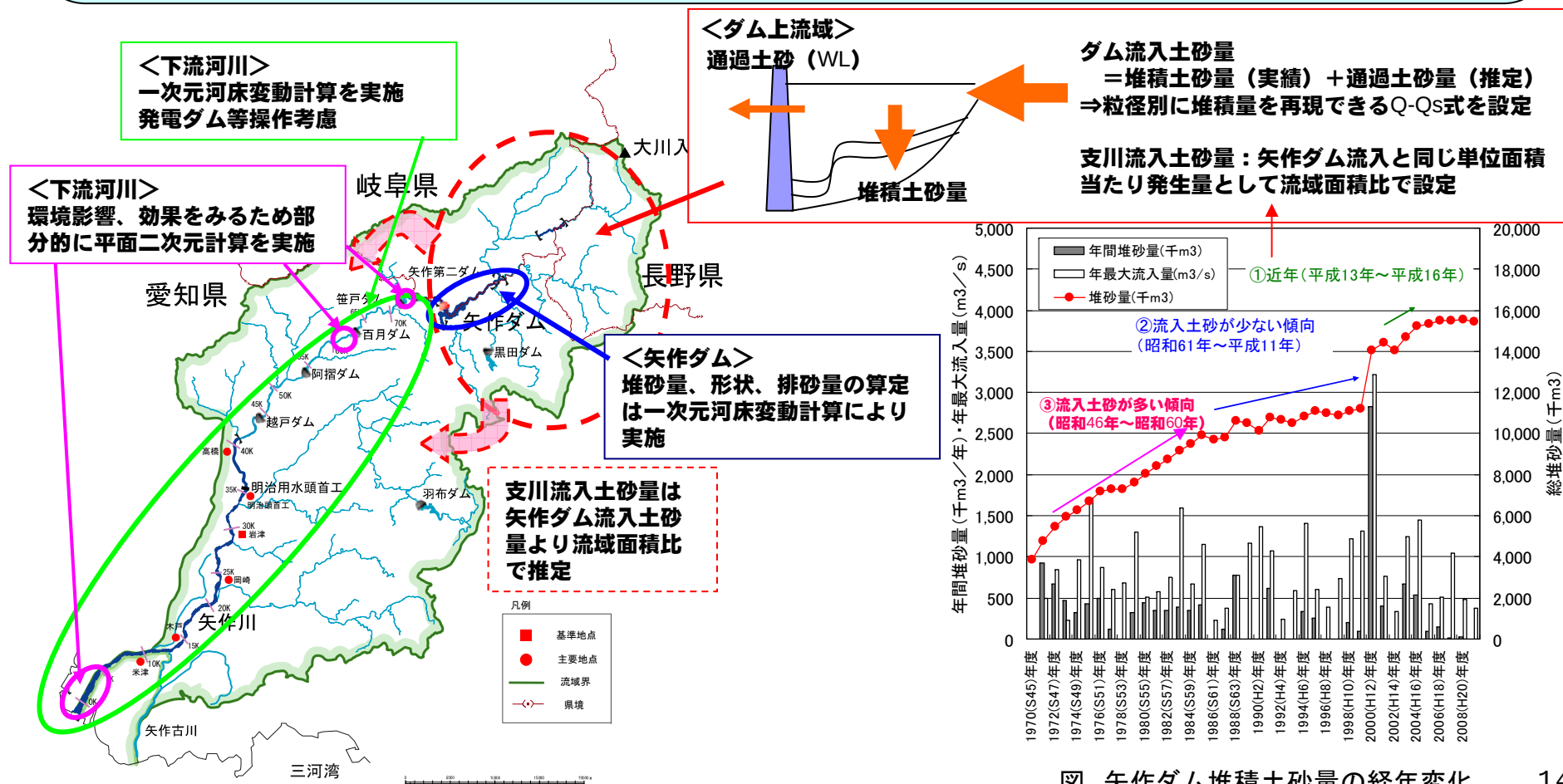
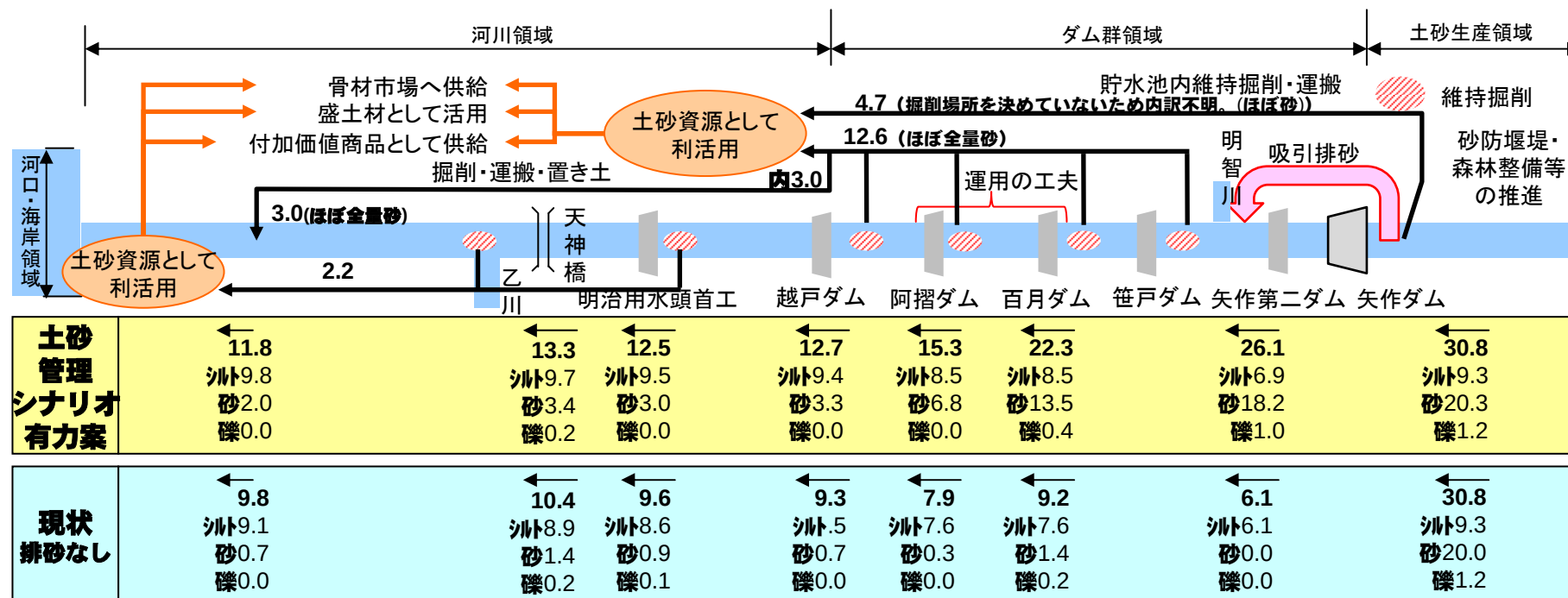


図 矢作ダム堆積土砂量の経年変化

6.2 矢作川水系全体の土砂管理シナリオの有力案

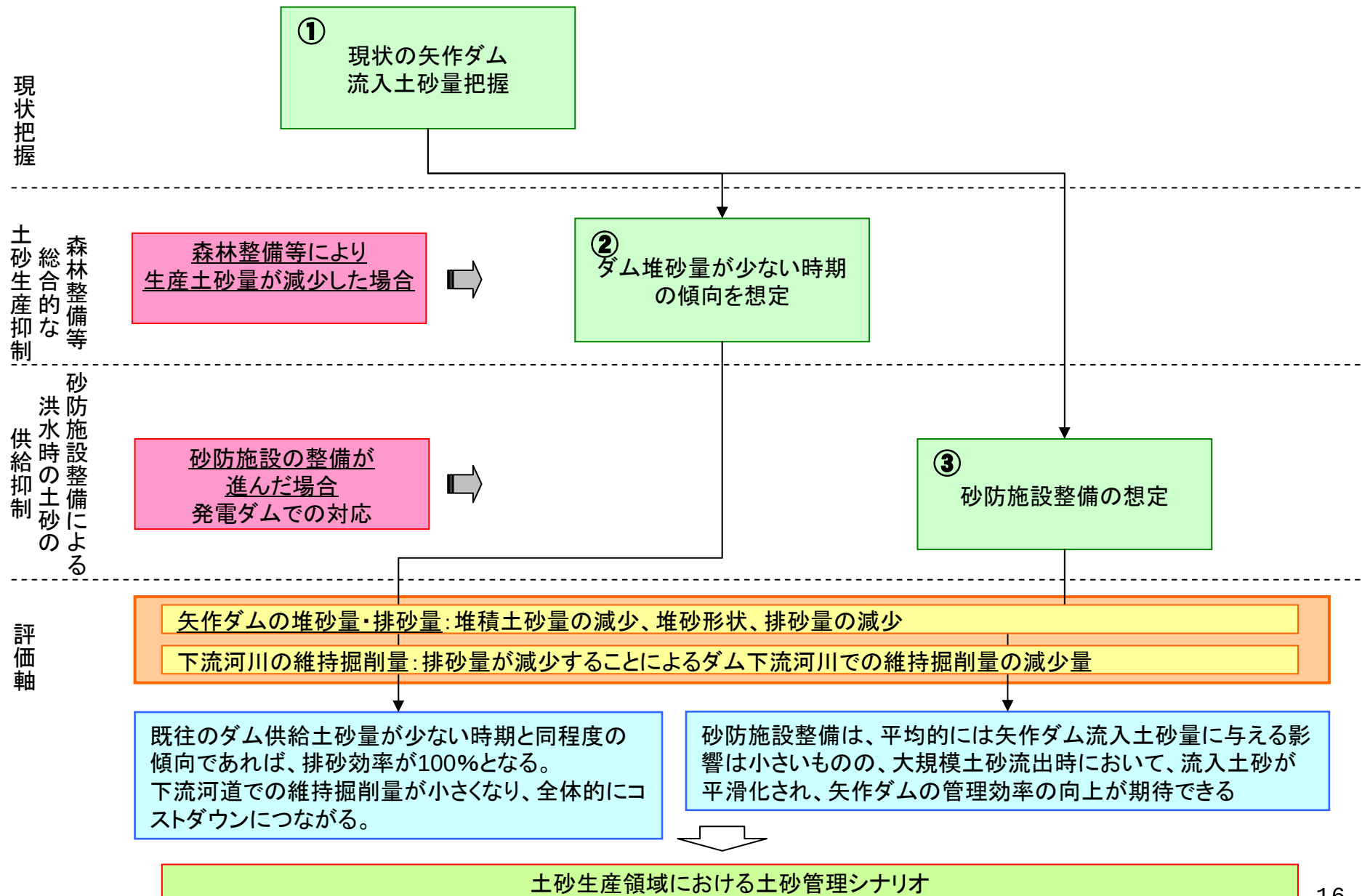
項目		土砂管理シナリオ(有力案)の基本的考え方
土砂管理シナリオの有力案	基本理念	■各領域の目指すべき姿の実現に向けた有力シナリオについて、現時点の想定、技術を持って設定した。 ■シナリオは不確実性を有しているため、シナリオ運用後はモニタリングを実施して排砂の影響を把握し、必要に応じて排砂パイパスの運用等について検討し、計画にフィードバックする。
	基本方針	1: 土砂の連続性を可能な限り確保する。 2: 治水安全度を低下させない。 3: 利水機能を低下させない。 4: 矢作川らしい河川環境を回復する。 5: 土砂管理に係る全体コストの最小化を図る。
	土砂生産領域	■土砂災害防止及び効率的なダム運用管理のため、継続的に施設整備等を実施する
	ダム群領域	矢作ダム領域 ■吸引排砂+土砂パイパスにより土砂生産領域からの流入土砂を全量排出する ■流入土砂の年変動による排出不能土砂は次年度以降に排除する 下流ダム領域 ■発電ダムの運用の工夫により矢作ダムからの排出土砂量を極力下流へ通過させる ■維持掘削により治水安全度・利水施設機能を維持する
	河川領域	■ダム群領域からの供給土砂の受け入れ、人為的土砂供給により河川領域の各区間の目指すべき姿の実現 ■維持掘削により治水安全度・利水施設機能を維持する
	河口・海岸領域	■関係機関と連携し、矢作川の維持掘削土砂を活用した干潟・浅場の保全・創出方策について検討を行っていく



数値は土砂量(万m³/年) 太字: 総量、ｼﾙﾄ: ~0.106mm 砂: 0.106mm~2.0mm 礫: 2.0mm~

6.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオ検討の流れ

《土砂管理目標を達成するためのシナリオ》



6.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオ検討

①現状の矢作ダム流入土砂量把握

- 恵南豪雨により生産された土砂により、今後も多量の土砂流出が継続するものと推定される。
- 土砂管理プランとしては、安全側で外力を設定することが必要である。
- よって、矢作ダム流入土砂量は、以下の考えに基づいて設定することとする。
 - 近年の土砂流入傾向が継続したものとして平成13年～16年の流量～流入土砂量関係を用いる。
 - S46～H16(S54、H12を除く)の流況の繰り返し100年の平均から 30.8万m³/年と設定

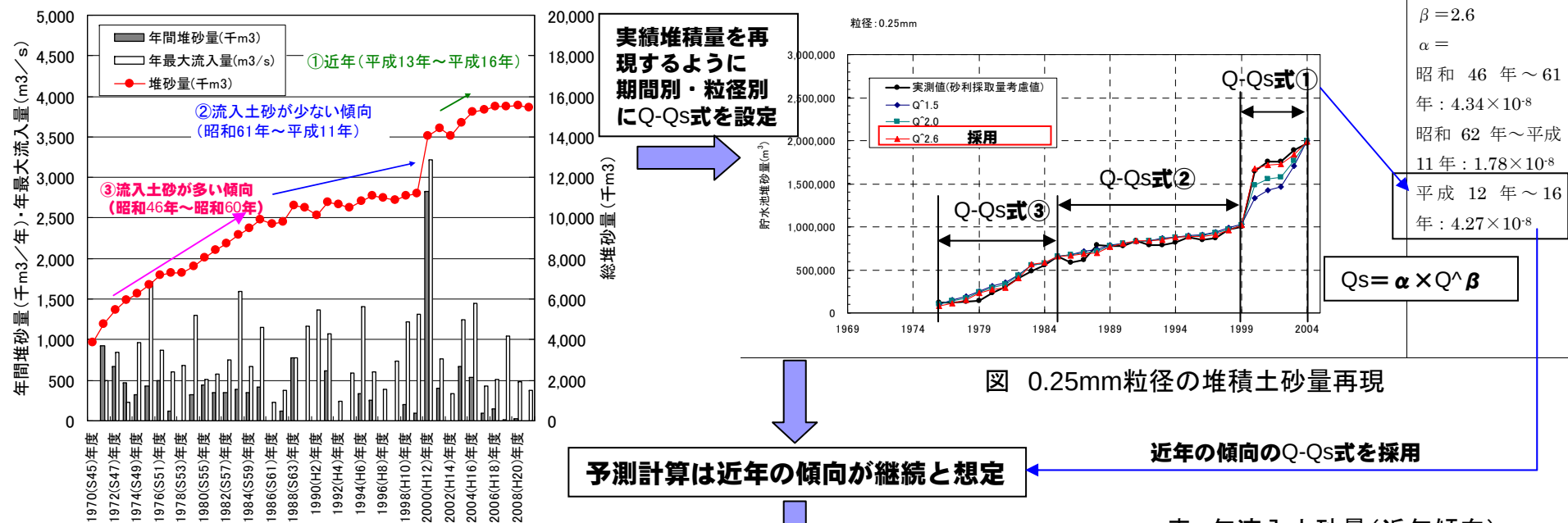


図 矢作ダム堆積土砂量の経年変化

昭和46年～平成16年（内S54、H12を除く）の流況の年流入土砂量を算出

100年分の繰り返し計算の平均値を算出

平均流入土砂量30.8万m³/年

表 年流入土砂量（近年傾向）

年	流入土砂量	年	流入土砂量	年	流入土砂量	年	流入土砂量
S46	15.6	S56	14.4	H3	34.6	H13	17.0
S47	43.9	S57	44.8	H4	4.9	H14	5.4
S48	2.9	S58	72.3	H5	18.8	H15	52.7
S49	53.1	S59	8.8	H6	22.6	H16	62.2
S50	89.7	S60	31.6	H7	16.8		
S51	37.7	S61	6.3	H8	6.3		
S52	16.2	S62	9.9	H9	23.2		
S53	15.5	S63	18.2	H10	53.7		
S54	—	H1	70.7	H11	60.9		
S55	20.7	H2	37.2	H12	—		
							100年 平均
							30.8

6.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオ検討

②森林整備等総合的な土砂生産抑制効果

<森林整備等による土砂生産量の想定>

- 定性的には、治山施設、森林の整備に伴い、年間の発生土砂量を抑制できると想定
- 予測では、流入土砂量が少ない傾向(15.4万m³/年)まで減少を想定

<対策効果>

- 流入土砂量が15.5万m³/年まで抑えられれば100%の排砂効率が期待でき、排砂施設の投資の妥当性は確保される
- ダム下流への排出土砂量も減少し、掘削量が減少し、全体のコストが抑えることができる

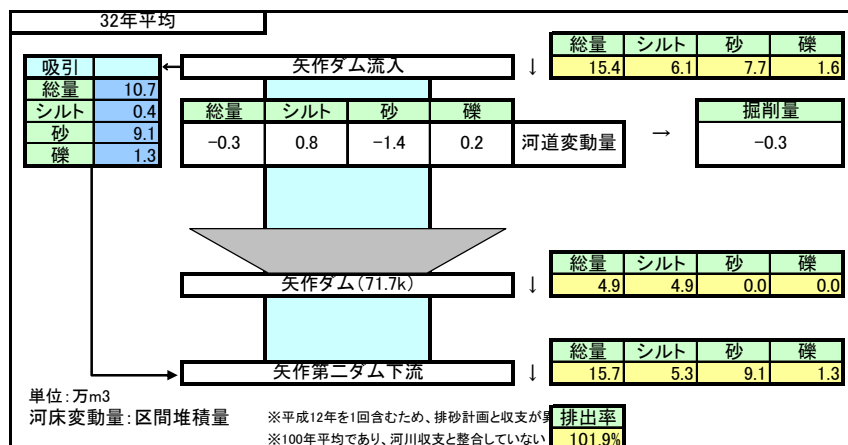
【流入土砂量が減少した場合の矢作ダムの土砂収支】

<条件>

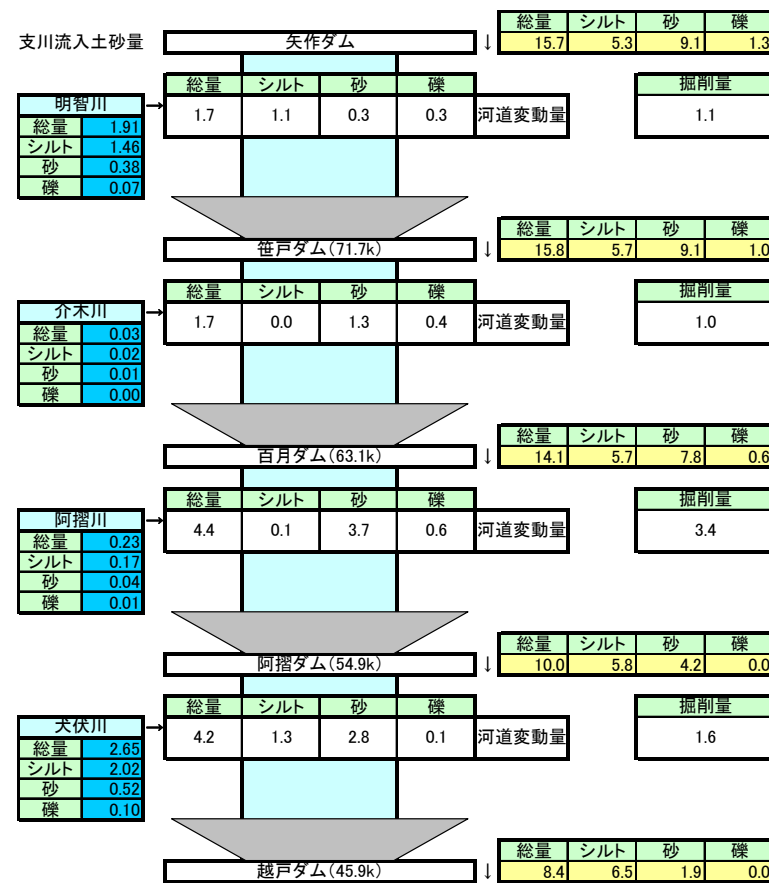
流況:S46~H16(S54、H12除く)32年間平均

流入土砂量:S60~H11の傾向(年15.4万m³)

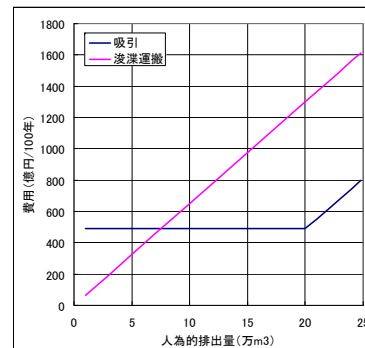
湖内輸送:3年に1回吸引ポケットを満砂



【流入土砂量が減少した場合の矢作ダムの下流河川の土砂収支】



掘削土砂量=7.1万m³/年



<参考>

吸引排砂コストと浚渫運搬コスト(越戸ダムまでの運搬を想定)を比較すると、矢作ダムから排出する土砂量が7.6万m³/年以上であれば、吸引排砂の方がコストが小さい。

6.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオ評価

③砂防施設整備による土砂の供給抑制効果

<砂防施設の想定>

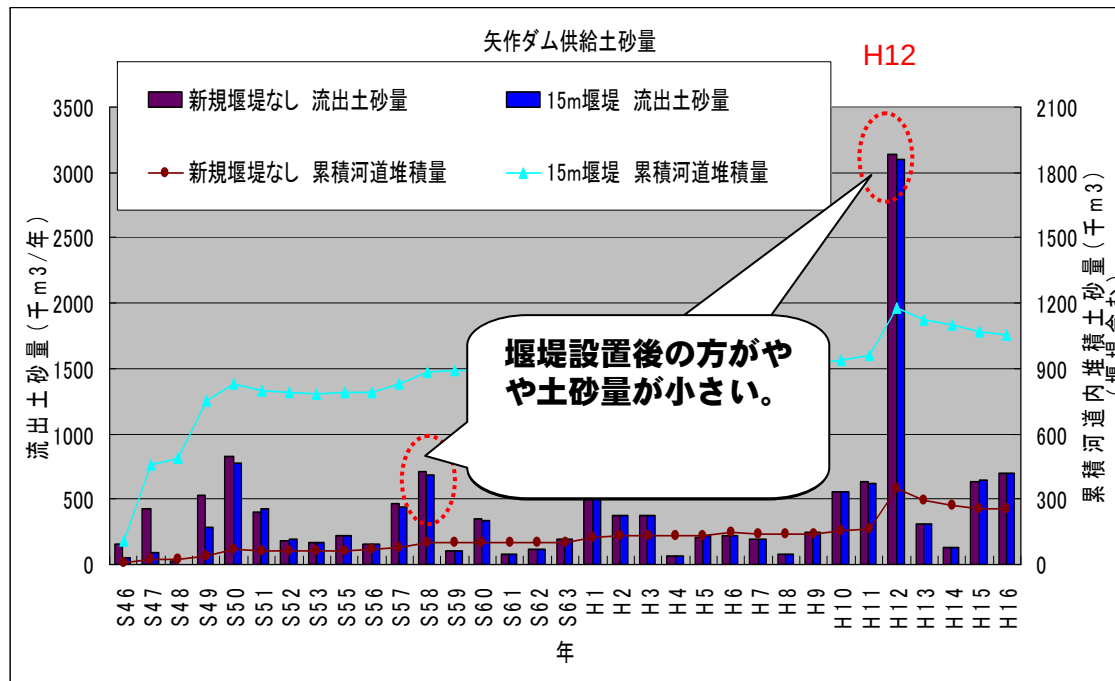
■矢作上流、上村川、名倉川に15mの堰堤を想定し、予測を行った。(整備量は各管理者の今後の整備予定とは整合していない)

<全体的な対策効果>

■砂防堰堤の設置直後で容量に空きがある場合は、捕捉効果は大きく、除石などの管理により継続的に空き容量を確保すれば、矢作ダムへの供給土砂量の抑制が期待される。

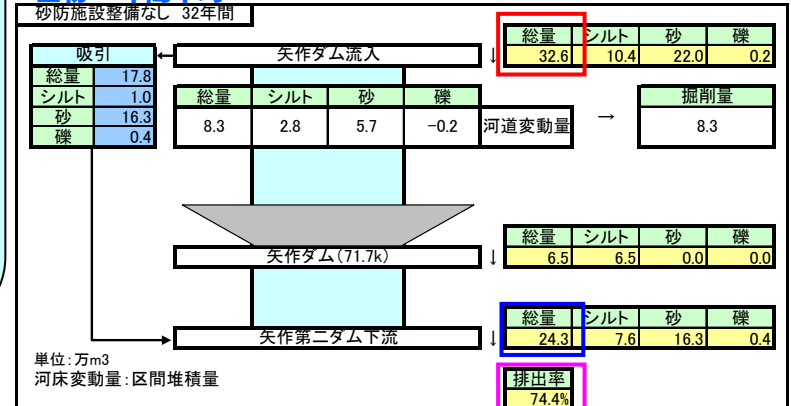
<大規模洪水時の対策効果>

■恵南豪雨等、大規模土砂流出時においては、流出土砂のピークが平滑化されることにより、流出土砂量が軽減されることが期待される。



【現状と同程度の場合】

当初32年間平均

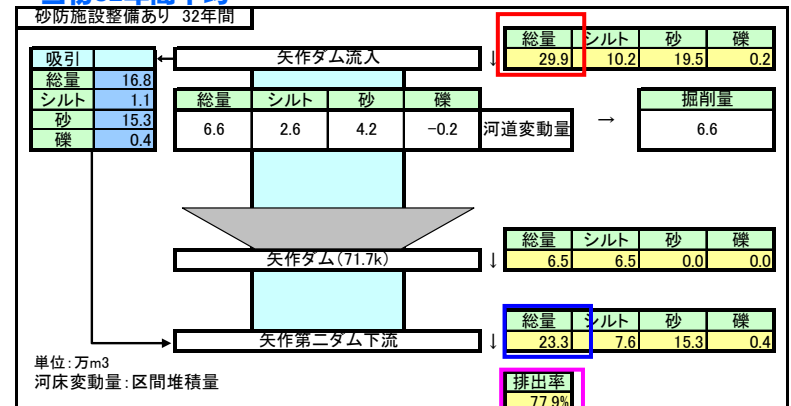


総量は上流モデル化によって生じた誤差を含む

当初の32年では土砂流出抑制があり流入土砂量が少なく、排出効率も高くなる

【砂防施設を整備した場合】

当初32年間平均



6.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオ評価

①矢作ダム流入土砂量の把握

- 年平均流入土砂量30.8万m³/年の流入土砂量が見込まれる
- 今後も暫くこの傾向が継続すると想定される

②森林整備等総合的な土砂生産抑制効果

- 矢作ダム流入土砂量が軽減され、吸引施設の排砂効率の向上が期待される

③砂防施設整備による土砂の供給抑制効果

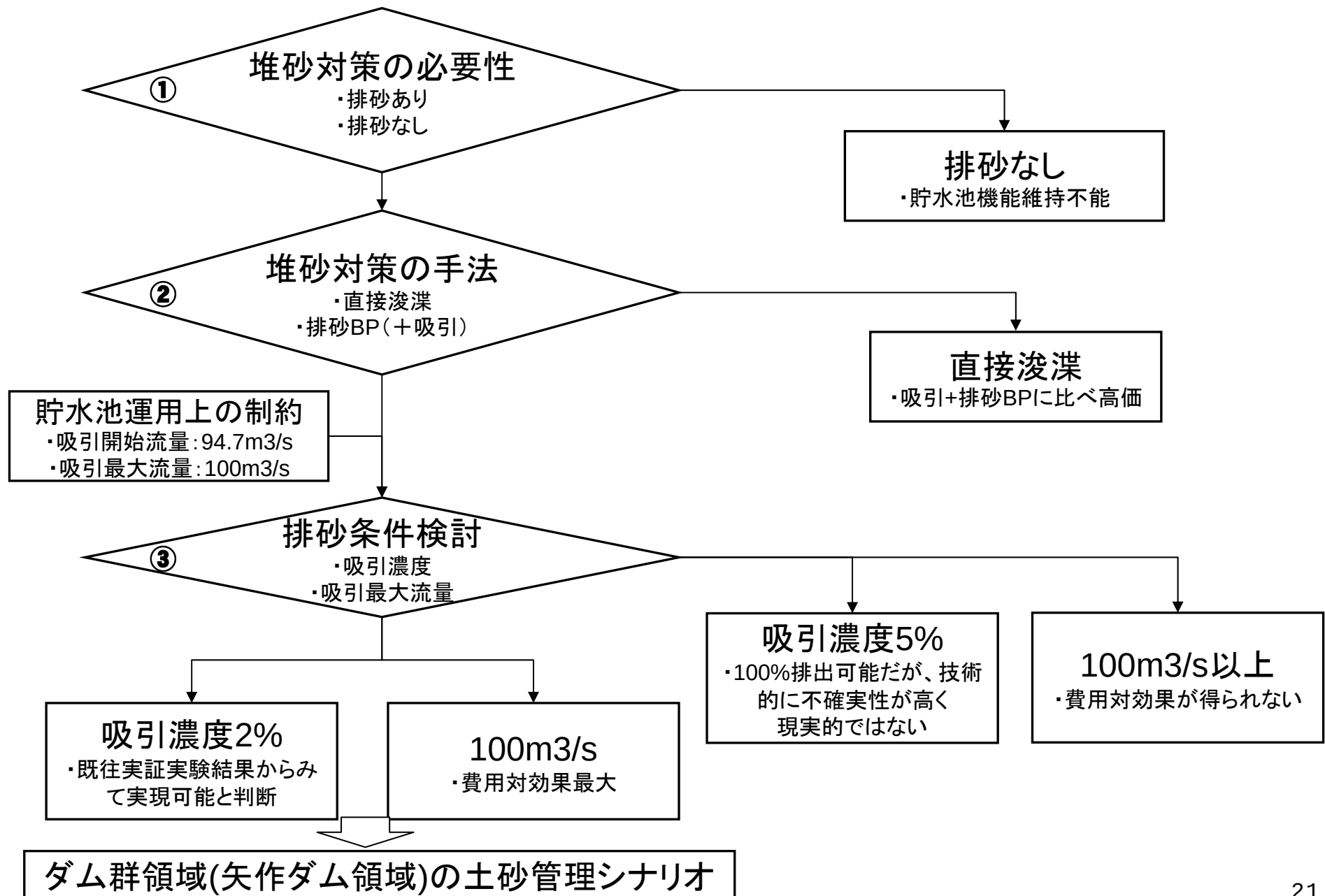
- 砂防堰堤が満砂に至るまでの期間は流入土砂量の軽減が見込まれ、満砂後は効果が小さくなる。満砂後も空き容量を確保することで流入土砂の軽減効果を確保することが可能である。
- 大規模出水時には、土砂の流出が平滑化される効果が見込まれ、吸引施設の排砂効率の向上が期待される。



○土砂生産領域の土砂管理シナリオ

- 土砂災害の防止や、発生土砂量・流出土砂量の抑制により土砂管理の効率化が図れると想定されることから、治山・砂防施設整備、森林整備を推進する。
- 施設整備にあたっては、下流に対する土砂供給の必要性を踏まえ、適切な量及び質の土砂を供給することに配慮する。
- 施設整備と併せて砂防堰堤の除石等の管理(管理型砂防)を行うことで、水系全体の土砂管理の効率向上が期待される。

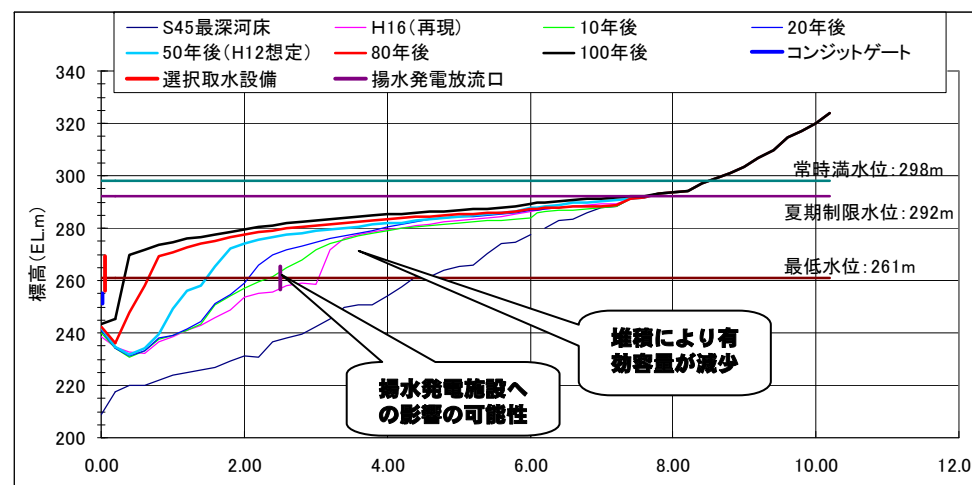
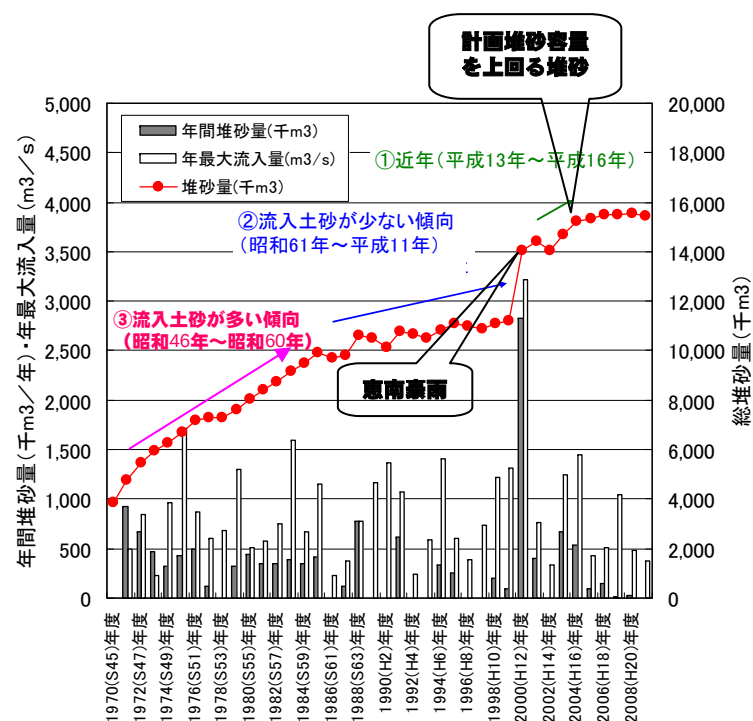
6.4 ダム群領域(矢作ダム領域)土砂管理シナリオの選定フロー



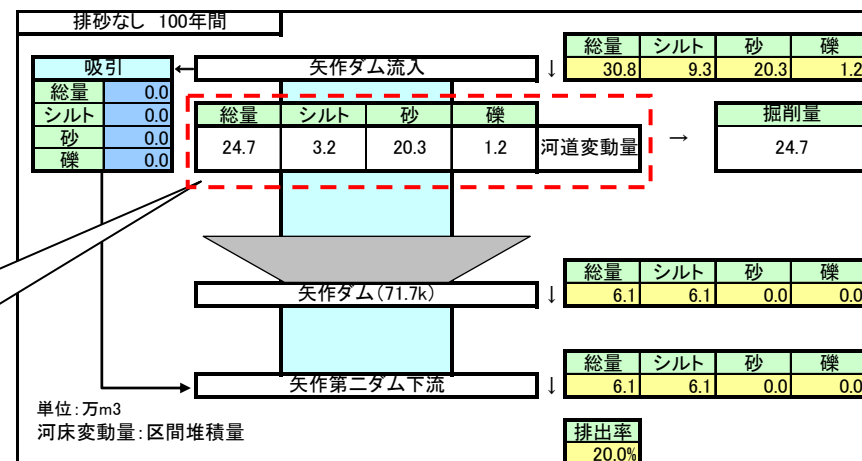
6.4 ダム群領域(矢作ダム領域)土砂管理シナリオ検討

①堆砂対策の必要性

- 平成12年恵南豪雨により大量の土砂が流入し、平成16年には堆砂量が計画堆砂容量(15,000千m³)を上回った。
- 今後、近年の傾向が継続すると考えると、堆砂が進行し、有効容量が減少するとともに、揚水発電などへの影響が考えられる。
- 今後、年平均約25万m³の土砂の堆積が想定され、これに対する対策が必要となる。



矢作ダム貯水池内に年平均24.7万m³の堆積が想定され、この分の対策が必要



6.4 ダム群領域(矢作ダム領域)土砂管理シナリオ評価 (1997年)

②堆砂対策手法の検討

■ 経済性、実現性等から排砂トンネル案が優れる。

工 法		掘削・浚渫案		吸引方式+排砂バイパストンネル案	
概 要 図					
土 砂 量 (千m³/年)	貯砂ダムで捕捉	107	—		
	貯水池内で堆積	140	47		
	ダムを通過	61	60		
	排砂トンネル流下	—	201		
		Q=100m³/s, φ 4.6m, L=5.7km			
経 済 性【事業費】	維持コストも含めた総額で、排砂トンネル案と同程度である。	○	維持コストも含めた総額で、掘削・浚渫案と同定度である。	○	
排出土砂のコントロール	排出土砂量の調節は可能	○	流量調節機能を有しており可能。	○	
下流河道への給砂	必要量全量を機械的に再投入する必要がある	△	大部分の量を自然流下させることができる。	○	
運 用 面	●全量がダンプトラックによる運搬のため周辺交通に大きな影響を与える。 ●現掘削・浚渫土砂量を超えての運搬は、周辺の道路状況から困難であり、堆砂量変動による対応への柔軟性に劣る。	△	●平均以上の土砂堆積時には、堆砂対策施設に加え、掘削・浚渫で対応することも可能であり、掘削・浚渫案より堆砂量変動による柔軟性は優れる。	○	
工法の確実性	実績は多数ある。	○	排砂バイパスとしては、旭ダム、美和ダム、小渋ダムなど先行事例を有するが、吸引候補は先行事例がない。	△	
総 合 評 価	●経済性は、排砂トンネル案と同程度であるが、道路状況を考慮すれば、現行計画以上の土砂運搬は困難であるため、大規模洪水時の堆砂量変動による対応への柔軟性に劣る。	△	●経済性は、掘削・浚渫案と同程度であるが、大規模洪水時の堆砂量変動による対応への柔軟性に優れる。	○	

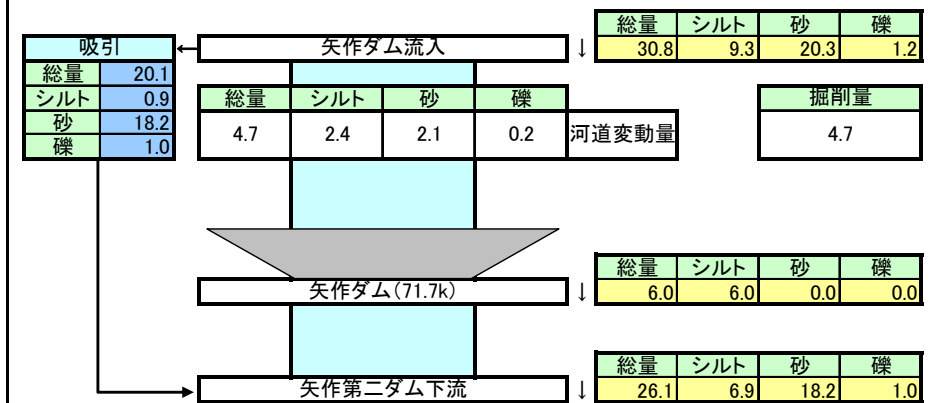
6.4 ダム群領域(矢作ダム領域)土砂管理シナリオ検討

③吸引排砂条件の検討

- 吸引施設は洪水調節時にのみ運用する
- 吸引濃度は既往実績等を考慮し2%と設定。
- 吸引施設規模はコスト効率から100m³/sが効率的と判断。
- 流入土砂量に対して、排砂とダム通過を合わせて85%をダム下流に排出することができる。

※恵南豪雨等の大規模土砂流出が生じた際は、貯水池掘削の増量等により対応

吸引 開始条件	流入量	流入量94.7m ³ /s以上 (発電用水を先取り)
吸引濃度		2%濃度（吸引流量100m ³ /sで2m ³ /s=7200m ³ /h の排砂とする）（既往実績等を参考）
吸引施設規模 （最大流量）		100m ³ /sとする （コスト効率より設定）
吸引土砂の組成		貯水池内の吸引箇所に堆積する土砂（主に砂 0.1 mm～2mmが90%程度）



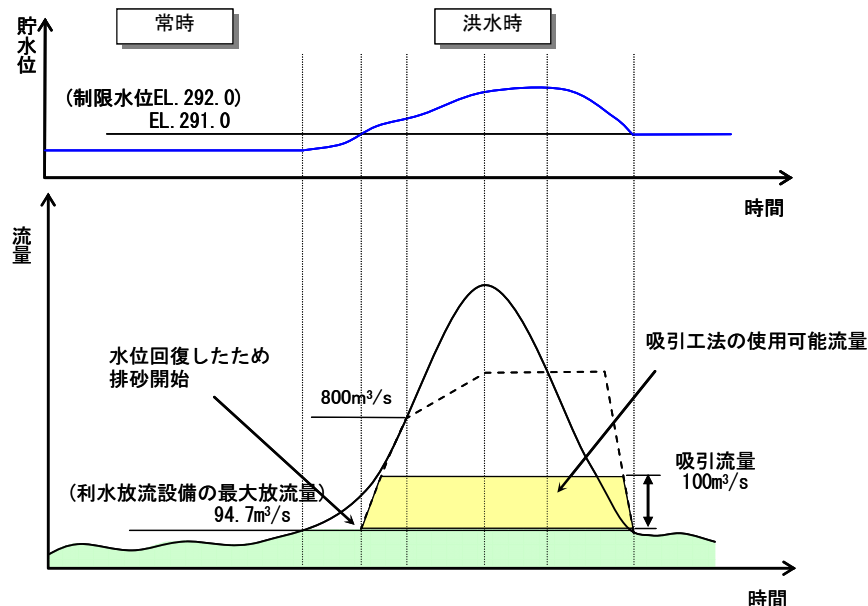
単位: 万m³

河床変動量: 区間堆積量

※100年平均であり、河川収支と整合していない

排砂率
(総排出土砂量÷流入土砂量)

85%



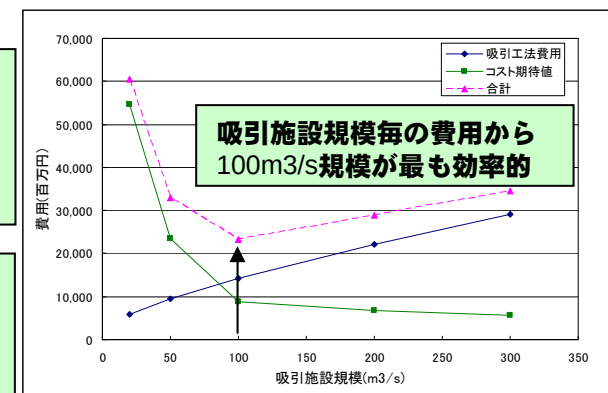
排砂率を100%とする方法

<吸引濃度の向上>

- ・ 5%濃度とするとほぼ排砂率が100%となる。
- ・ 現状では技術的に困難と考えられる。

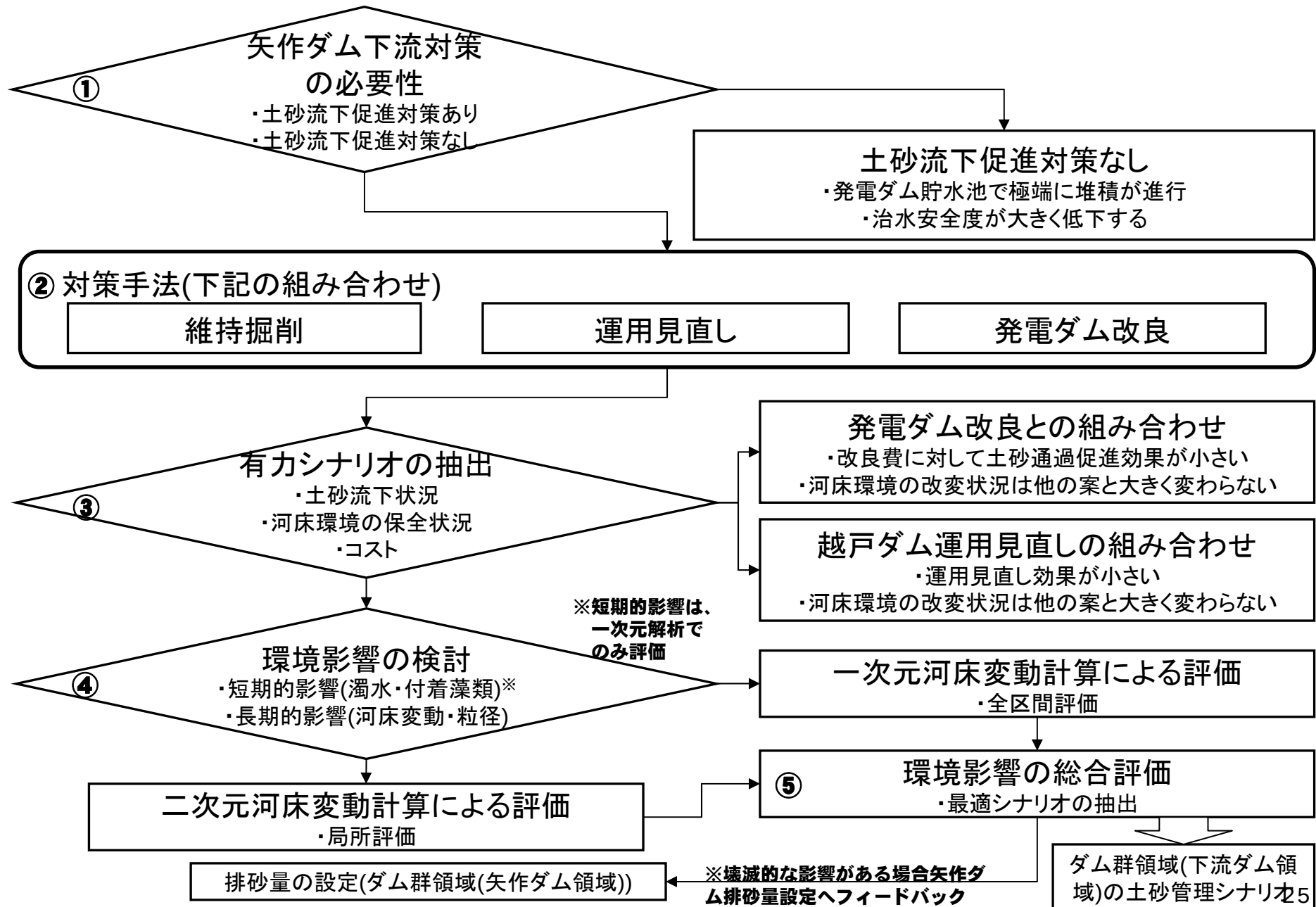
<吸引施設規模の増加>

- ・ 吸引流量を大きくしても吸引排砂の頻度が変わらないため効果は小さい
- ・ 150m³/sとしても排砂率は88%地度



※コスト期待値: 土砂処理コストの期待値

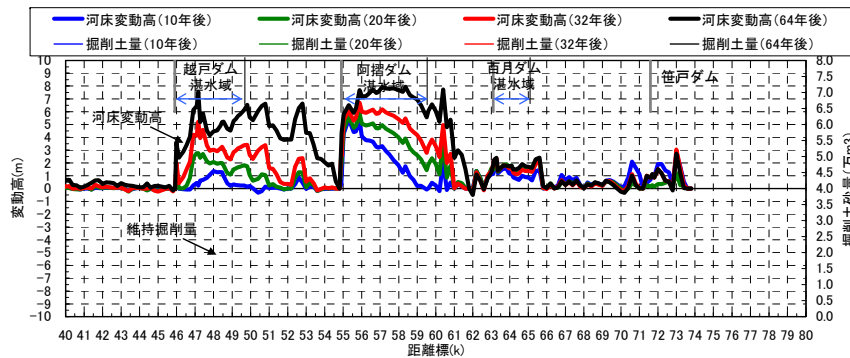
6.4 ダム群領域(下流ダム領域)土砂管理シナリオの選定フロー



6.4 ダム群領域の土砂管理シナリオ検討

①矢作ダム下流対策の必要性

- 排砂を実施したことで、阿摺ダム、越戸ダム上流の堆積が多く、河川の治水利水機能を維持できない。
- 土砂をできるだけ通過させる方策と、堆積した土砂の維持掘削が必要となる。

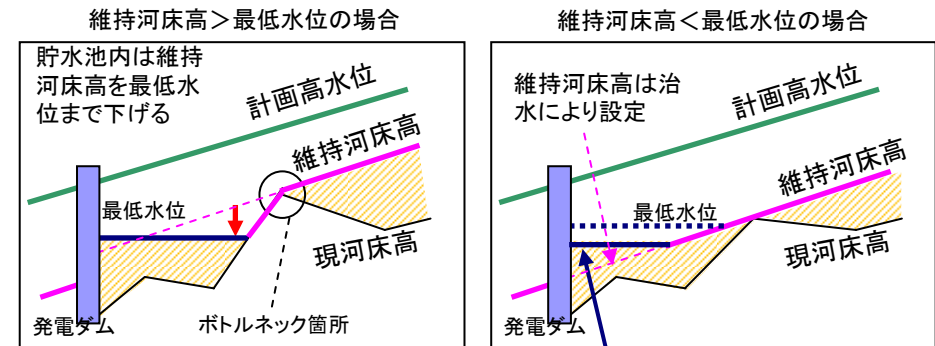


支川流入土砂量		矢作ダム					
		総量	シルト	砂	礫	河道変動量	掘削量
明智川		2.30	0.3	-0.2	0.4	0.1	0.0
総量	2.30						
シルト	1.76						
砂	0.45						
礫	0.09						
越戸ダム(71.7k)		26.9	8.5	17.5	0.9		
総量	26.9						
シルト	8.5						
砂	17.5						
礫	0.9						
介太川		1.7	0.0	1.4	0.3		0.0
総量	0.04						
シルト	0.03						
砂	0.01						
礫	0.00						
百月ダム(83.1k)		25.3	8.5	16.2	0.7		
総量	25.3						
シルト	8.5						
砂	16.2						
礫	0.7						
阿摺川		10.1	0.4	9.0	0.7		0.0
総量	0.27						
シルト	0.21						
砂	0.05						
礫	0.01						
阿摺ダム(54.9k)		15.5	8.2	7.2	0.0		
総量	15.5						
シルト	8.2						
砂	7.2						
礫	0.0						
天伏川		6.0	1.6	4.3	0.1		0.0
総量	3.19						
シルト	2.44						
砂	0.63						
礫	0.12						
越戸ダム(45.9k)		12.7	9.1	3.6	0.0		
総量	12.7						
シルト	9.1						
砂	3.6						
礫	0.0						

②対策手法（維持河床高の設定）

- 現況の治水安全度と利水機能(最低水位以上の堆積がないこと)を満足する維持河床高を設定
- 堆積を許容することで維持掘削量の軽減、土砂流下の促進を図った。

部分は堆積しても流下能力を侵さないため堆砂を許容
維持掘削量の軽減、土砂流下の促進を期待



治水上余裕がある場合には維持河床高を引き上げ

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。
発電ダムでは最低水位を維持河床高に設定

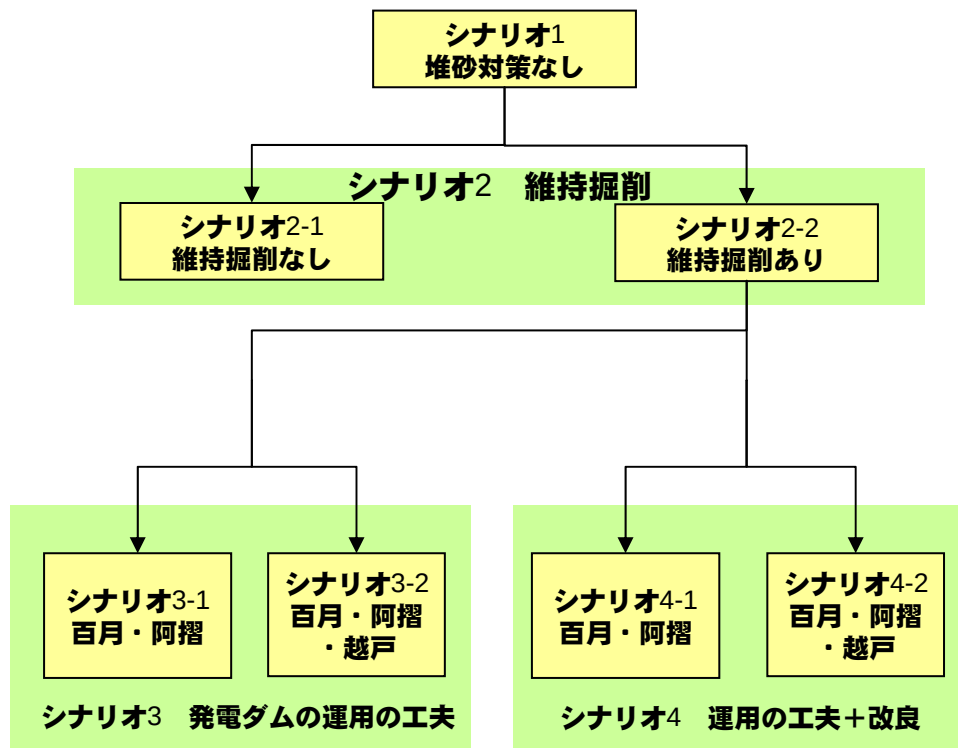
ダム湛水域においては湛水域内で治水にも利水にも関係ない維持掘削を実施する場合がある。
流下能力が十分にある区間においては、維持掘削河床高の勾配を見直し、維持掘削量の縮減を目指す。

6.4 ダム群領域の土砂管理シナリオ検討

②対策手法(検討ケース)

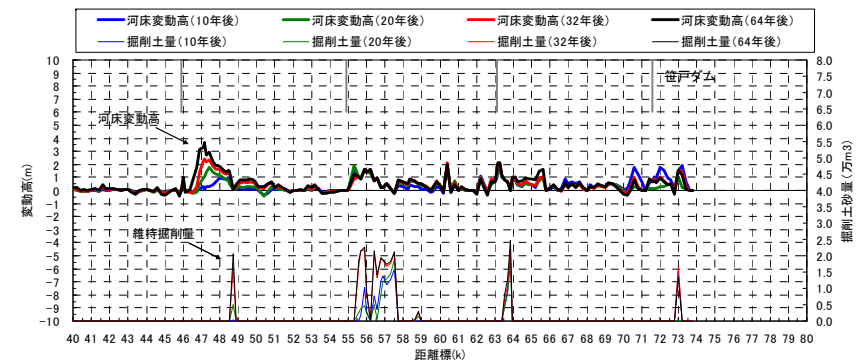
- 維持掘削・発電運用の工夫・発電ダムの改良の組合せによる効果の検討を実施
- 各ダムとも運用の工夫により早い段階でゲートを開けることで土砂通過しやすくなる
- 百月、越戸ダムでは、ゲート敷高の切り下げによる効果がある

＜対策手法検討ケース＞



②対策手法(シナリオ2：維持掘削のみ)

- 維持掘削により河川の安全度は確保できるが、土砂量が多いことから、少しでも土砂をより下流に流下させる必要がある。



支川流入土砂量	総量	シルト	砂	礫	掘削量
矢作ダム	24.9	6.5	17.5	1.0	
明智川	1.7	-0.2	1.6	0.2	1.5
世戸ダム(71.7k)	25.6	8.4	16.3	0.9	
介木川	3.7	0.0	3.2	0.5	2.7
百月ダム(63.1k)	21.9	8.4	13.1	0.4	
阿摺川	12.9	0.5	12.1	0.4	11.6
阿摺ダム(54.9k)	9.3	8.2	1.1	0.0	
大伏川	2.1	1.5	0.5	0.1	0.6
越戸ダム(45.9k)	10.3	9.1	1.2	0.0	

総費用	2-2
億円/100年	1312

6.4 ダム群領域の土砂管理シナリオ検討

②対策手法(シナリオ3:維持掘削+運用工夫)

- 発電ダムのゲートを開けるタイミングを早くすることで土砂通過の効率を高める。
- 百月・阿摺:200m³/s以上でフリーフローとする。
- これにより各ダムの通過土砂量が増加する。
- このため、百月、阿摺上流の維持掘削量は減少するが、越戸上流の維持掘削量が増加する。

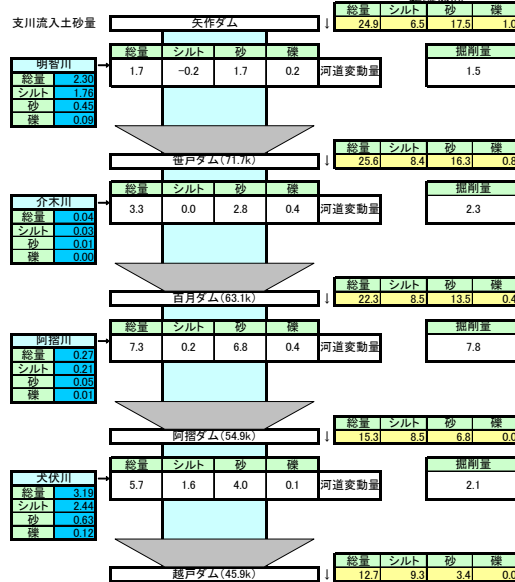
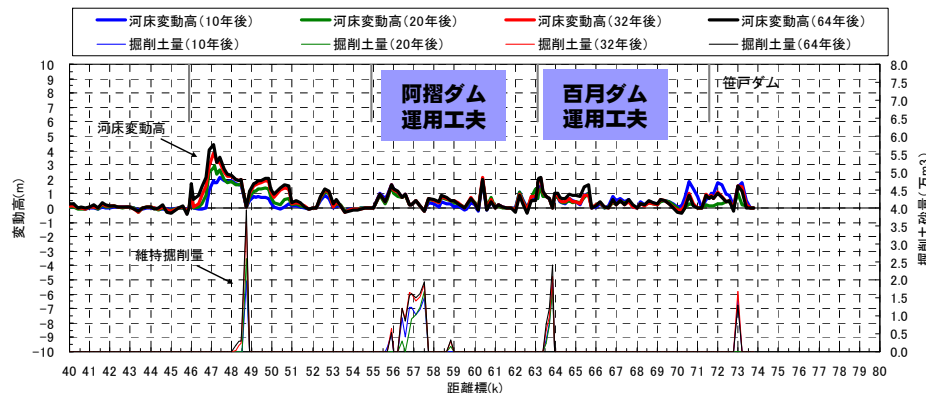


表 発電ダム対策による効果

通過土砂	2-2	3-1
百月ダム	13.1	13.5
阿摺ダム	1.1	6.8
越戸ダム	1.2	3.4
掘削土砂	2-2	3-1
百月ダム	2.7	2.3
阿摺ダム	11.8	6.2
越戸ダム	0.6	2.1

単位: 万m³/年

総費用	2-2	3-1
億円/100年	1312	1174

②対策手法(シナリオ4:維持掘削+運用工夫+改良)

- 発電ダムの洪水吐数高の切り下げを想定し、土砂の通過効率を高くする。
- 感度分析より効果があるのは百月ダムと越戸ダムである。
- 百月ダムの改良により百月ダムの通過土砂量が増えるが、阿摺ダムで捕捉されることから、下流への効果は小さい

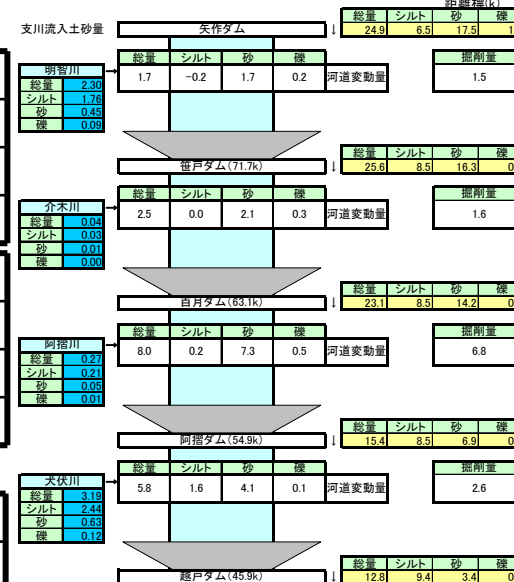
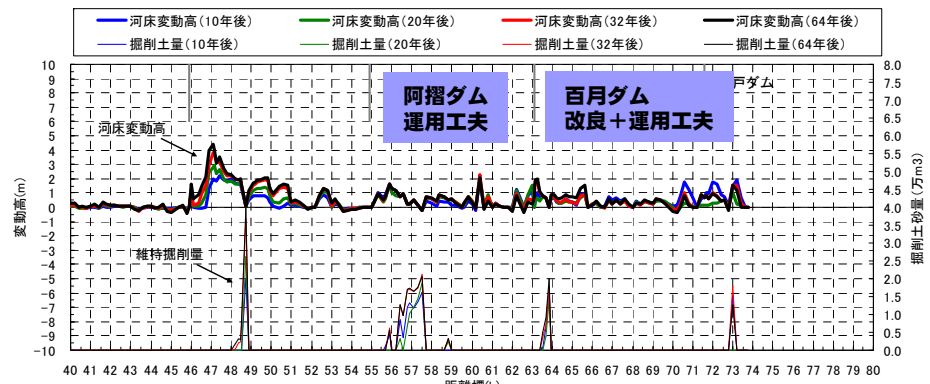


表 発電ダム対策による効果

通過土砂	2-2	4-1
百月ダム	13.1	14.2
阿摺ダム	1.1	6.8
越戸ダム	1.2	3.4
掘削土砂	2-2	4-1
百月ダム	2.7	1.6
阿摺ダム	11.8	6.8
越戸ダム	0.6	2.6

単位: 万m³/年

総費用	2-2	4-1
億円/100年	1312	1172

6.4 ダム領域の土砂管理シナリオ評価(有力シナリオの抽出)

③有力シナリオの抽出

- 各シナリオを比較し、以下の結果を得た。
 - ・シナリオ2: 維持掘削のみでは費用が高いため選定しない
 - ・シナリオ4: ダム改良は全体費用が高くなること、計画、施工において多くの時間を要することから現実的でない。
 - ・シナリオ5: 排砂濃度を5%とすることは技術的に現実的でない。(参考扱い)
 - ・シナリオ3-1: 運用の工夫での対応であり、対応が比較的容易であり、実現性が高い。費用も比較的小さい。
 - ・シナリオ3-2: 越戸ダムでフリーフローでは、湛水域容量が大きく、貯水位の低下、回復の運用において課題が大きい。また、越戸ダム～明治用水頭首工までの区間では、堆砂を期待していないこと、明治用水頭首工により捕捉されることから、積極的に越戸ダムを通過させる効果は小さい。
- ・以上より、シナリオ3-1をダム群領域の土砂管理シナリオ案とする。

＜有力シナリオ(案)の評価更新＞

検討ケース	条件									評価指標										総合評価			有力案
	流入土砂量	矢作ダム排砂		発電ダム			維持掘削		河川環境以外の指標						河川環境に係る指標			河川環境以外の指標	河川環境に係る指標				
									河川環境以外の指標														
		土砂濃度	排砂量	百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム	掘削土砂量(万m ³ /年)		砂分通過土砂量 (万m ³ /年) (上段:全体、下段:砂分)			治水安全度	CO ₂ 排出量 (万kg-CO ₂ /年)	トラック通過台数 ^{※6} (台/年)	他河川の実績	D60 (mm)	礫河床の維持 ^{※8}						
							矢作ダム	発電ダム	百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム						D60=19mm以上			D60=4.8mm以上			
シナリオ1:現状の場合(排砂なし)	30.8万m ³	—	—	現状	現状	現状	なし	24.7	0.0	9.2 1.5	7.9 0.2	9.3 0.7	×	219.5	65,455	○	145.3	100%	100%		4 (4)	(参考)	
シナリオ2-2:排砂施設を整備した場合(維持掘削)	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	現状	現状	現状	あり(堆積許容)	4.7	16.4	21.9 13.1	9.3 1.1	10.3 1.2	○	95.5	55,826	○	112.1	96%	96%	コスト最大	3 (4)		
シナリオ4-1(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	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)	4.7	12.5	23.1 14.2	15.4 6.9	12.8 3.4	○	105.0	45,466	○	108.6	93%	93%		3 (3)		
シナリオ4-2(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	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)	4.7	12.2	23.1 14.2	15.4 6.9	13.6 4.1	○	112.7	44,682	○	108.5	93%	93%		3 (3)		
シナリオ3-1(発電2ダム ^{※1} の運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	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)	4.7	12.5	22.3 13.5	15.3 6.8	12.7 3.4	○	106.4	45,700	○	107.2	93%	93%		2 (3)	○	
シナリオ3-2(発電3ダム ^{※1} の運用見直し ^{※3})	30.8万m ³	2%	26.1万m ³	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)	4.7	12.3	22.3 13.5	15.3 6.8	13.3 3.8	○	114.1	45,113	○	107.6	93%	93%		2 (3)		
シナリオ5(5%排砂時)	30.8万m ³	5%	30.5万m ³	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)	0.3	16.9	26.2 16.3	15.4 6.3	13.2 3.2	○	81.3	45,674	○	97.4	89%	89%		2 (3)		

※1:発電2ダムは百月ダム、阿摺ダムを示す。発電3ダムは百月ダム、阿摺ダム、越戸ダムを示す。

※2: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。

※3: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。

※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、恵南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。

※7:27～37年後(中央値:32年後)の代表粒径D60平均値が粗礫と中礫の境界値である19mm以上、及び、中礫と細礫の境界値である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)

※8:達成率が80%以上を4点、同70%以上80%未満を3点、同60%以上70%未満を2点、同50%以上60%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。

※9:CO₂排出量の算定方法は、運搬距離と燃費原単位とCO₂排出係数を乗じることに求めた。

※10:ダンプトラック通過台数は、維持掘削土砂の運搬に要する台数とした。通過台数は、10トントラック、土砂の比重2.65を想定した。

6.4 ダム群領域の環境への影響(評価の視点)

- 各シナリオについて環境の観点からも評価を行う。
- 環境への影響は、排砂による直接的な影響として「短期的影響」と排出された砂が堆積することによる「長期的影響」について評価する。
- 「短期的影響」は、濁水によるアユの生息状況への影響、付着藻類の剥離更新への影響に着目する。
- 長期的影響は、物理環境の変化とそれによる生物への影響に着目する。

【短期的影響】

- ・ 排砂時の一時的なSS(濁度)の上昇が生物環境に与える影響
⇒濁水によるアユの生息状況
⇒流砂による付着藻類の剥離・更新



- 濁水影響は、シナリオによる変化はない(WLの通過土砂量はどのシナリオでも同じほぼ同じ)ため、代表的なケースについて整理する。

【長期的影響】

- ・ 排砂が物理環境変化に与える影響
⇒堆積状況・河床材料の変化状況
- ・ 物理環境変化が生物環境に与える影響
⇒底生魚種・底生動物の生息状況



- 物理環境の評価指標は、堆積高、代表粒径とする。

A:一次元河床変動計算による環境への影響予測

- ・ 断面平均での河床変動が生物の生息環境に与える影響を把握
- ・ 予測期間：32年間
- ・ 予測対象箇所：ダム群領域全て
- ・ アウトプット：対象生物のWUA
- ・ 問題点：堆積の横断方向の不陸が表現できない

B:平面二次元河床変動計算による環境への影響予測

- ・ 面的な河床変動が生物の生息環境に与える影響を把握
- ・ 予測期間：排砂インパクトの大小により抽出した3洪水
- ・ 予測対象箇所：湾曲部、直線部
- ・ アウトプット：対象生物のWUA
- ・ 問題点：長期予測が困難

○予測結果の総合評価

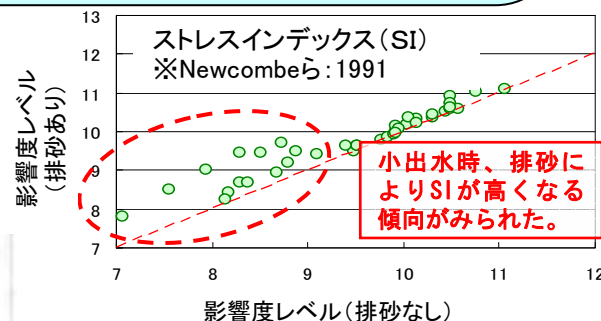
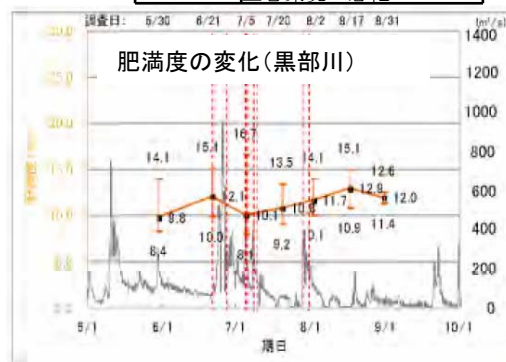
- ・ 計算手法の問題点をそれぞれの手法による結果を用いて補完する
⇒上記AとBのそれぞれの手法により算出されるWUAの比率を用いて、一次元河床変動計算による予測結果を補正(直線・湾曲、瀬淵区間別)
- ・ これによりダム群領域全区間における長期的影響を把握する

6.4 ダム群領域の環境への影響(短期的影響)

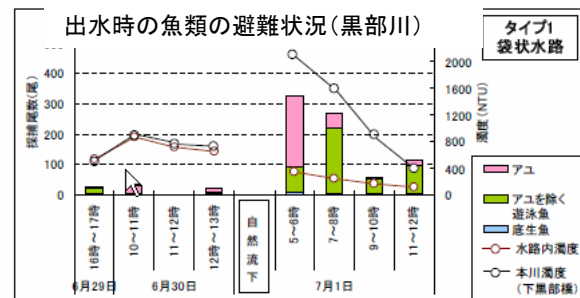
濁水影響の可能性

- 排砂に伴い、排出土砂に含まれる細かい粒径により濁りが増加し、アユの生息への影響が想定される。
- ストレスインデックス(SI)を用いて、生息への影響評価を行った結果、小出水時に影響度レベルがやや上がり、成長率が下がる可能性が示唆された。
- 水槽実験によるSS濃度に対するアユの48時間の生存率は、3200mg/lで約80%とされているが(村岡・角(1995))、予測される排砂時の最大SS濃度は約2900mg/lとそれより小さいことから、排砂による濁水は、大きな影響は与えないと考える。
- 一方、黒部川の連携排砂に関する調査結果によると、排砂後、体長、体重、肥満度が低下するが、約1ヶ月後には回復することが確認されている。また、出水時にはやすぎ水路や水制裏への退避が確認されている。
- 以上より、排砂によりアユへの影響が想定されるが、一時的な成長率が下がる程度であることから影響は小さいと考えられる。

影響度レベル	影響
10	死亡率0~20%
9	成長率の減少
8	物理的ストレスと微細構造の変化
7	生息環境の悪化



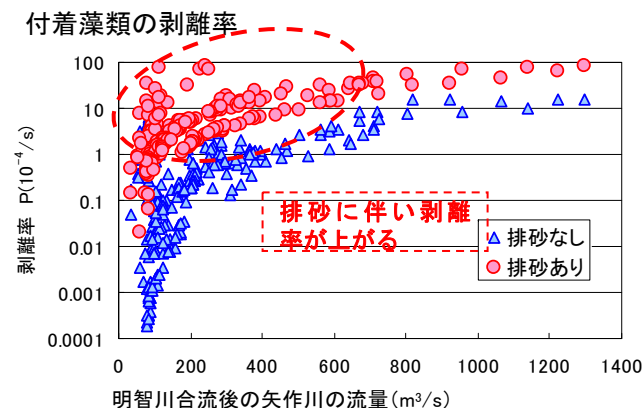
←黒部川の連携排砂に関する調査結果によると、排砂・通砂を伴う出水直後では肥満度が低下するものの、約1ヶ月後には、体長、体重、肥満度が回復する傾向がみられた。



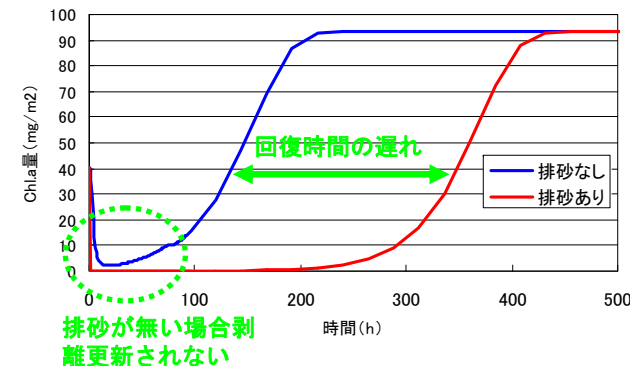
←アユ、ウグイを始めとした魚類は、出水時並びに自然流下直後の退避が確認され、特にSS濃度が増加した自然流下直後の退避が多く確認された。出水時、連携排砂実施時において、アユなどの魚類は、濁水等を避けるため、やすぎ水路や水制裏などへ逃げ込んでいることが確認できた。

排砂による付着藻類への効果影響

- 排砂に伴い、アユの餌である付着藻類の生育状況への影響が想定される。
- 排砂に伴う付着藻類の現存量の変化を、ロジスティックモデル(自然共生研究センター報告, 2006)を用いて影響評価を行った。
- 一方、剥離更新により新鮮な付着藻類が増加するため、アユにとって良質な餌となるもの推察される。
- ただし、排砂による剥離率の向上により、回復時間は遅れる。



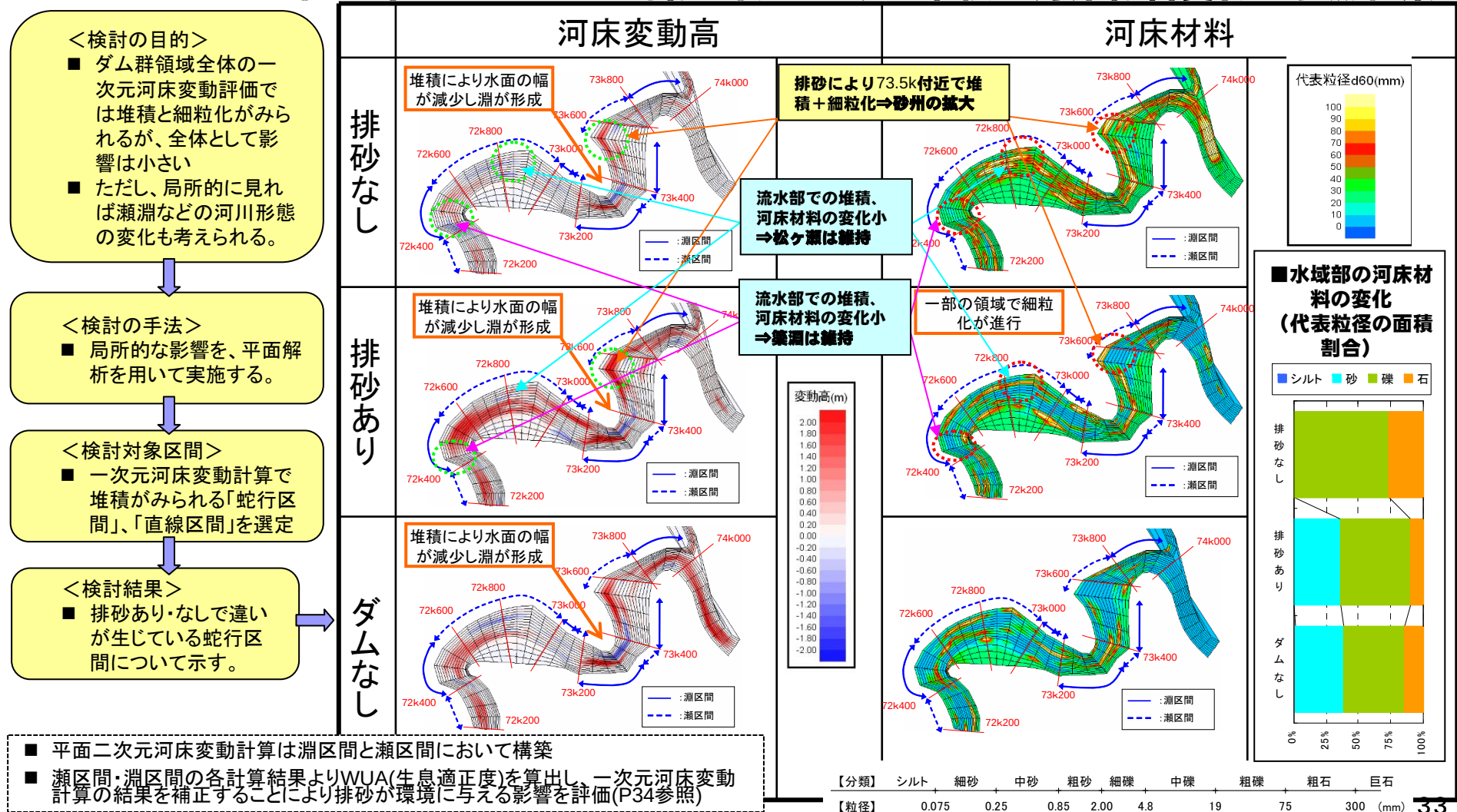
付着藻類の現存量の変化
(例:平成2年5月出水(流量約300m³/s) 73.6km地点)



6.4 ダム群領域の環境への影響(長期的影響:物理環境:蛇行区間)

- 排砂を行った場合、73.5k付近の湾曲外側で砂州部が拡大し、72.6k付近の湾曲内側における堆積量が多くなると考えられる。
- ダムなしと排砂ありでは傾向は類似するが、ダムなしでは74kより上流での堆積量が多くなり、72k上流での堆積量は少ない。
- 土砂供給により、排砂なしと比較して一部で河床材料が細くなる領域があると考えられる。
- ただし、現況の瀬(72.85k)及び淵(72.35)は維持され、河床材料の変化も小さいと考えられる。

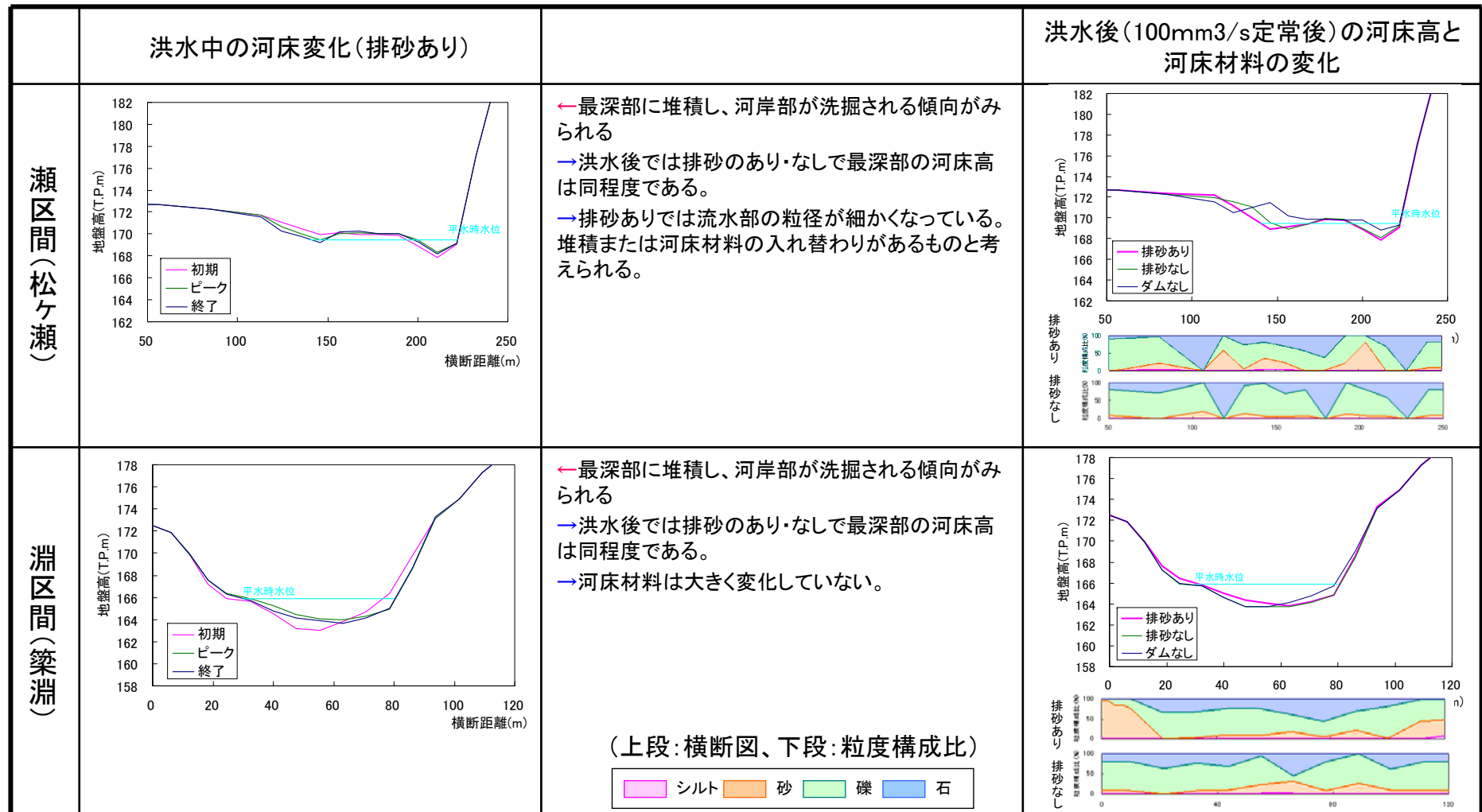
昭和63年(流量、排砂量平年並)の蛇行区間における堆積・河床材料変化の予測結果



6.4 ダム群領域の環境への影響(長期的影響:物理環境:蛇行区間)

- 瀬区間では、現況(排砂なし)と比較して河岸部(平水時の陸域)で堆積する傾向にある。ただし、礫河床の領域は概ね維持されると推測される。
- 淵区間では、現況(排砂なし)と比較して河床高、河床材料とも大きな違いは見られない。

昭和63年(流量、排砂量平年並)の蛇行区間における洪水時・洪水後の予測結果



(上段:横断面図、下段:粒度構成比)

シルト 砂 礫 石

【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)

6.4 ダム群領域の環境への影響(長期的影響:生物環境の評価方法)

- 現地調査結果より、物理環境と生物環境の関数関係を導出し、それを用いて、排砂による、代表種生息場への影響を評価した。
- 【直線区間】排砂により、ヨシノボリ属とアユの生息場適性度、底生動物の個体数がやや低下する。ただし、排砂後の100m³/sの放流により、ヨシノボリ属の生息場適性度、底生動物の個体数は、排砂なしの場合より上昇するが、アユの餌場(ハミ跡)適性度は、排砂なしの場合より低下すると推定される。
- 【蛇行区間】排砂により、ヨシノボリ属、ギギ、アカザの生息場及びアユの餌場(ハミ跡)適性度、底生動物の個体数がやや低下すると推定される。ただし、排砂後の100m³/sの放流によりアカザの生息場適性度は、排砂なしの場合より上昇するが、他の種の適性度及び底生動物の個体数は、排砂なしの場合より低下すると推定される。

【検討の流れ】

○排砂による河床環境の変化が生物環境に与える影響に着目する。

- ・排砂による河川環境への影響は砂の堆積や河床材料粒径の変化等、河床環境の変化に現れる
- ・生息場を河床に依存する生物種に対する影響について評価が必要
- ・用いる予測結果:排砂後の平水時における河床材料、流速、水深

○代表種の選定(予測評価の対象生物)

- ・河床環境との関係性が深いと考えられる以下の種を選定した。

【魚類】

- ・石礫を利用する種:アカザ、ギギ、ヨシノボリ属、(アユの餌場)
- ・砂を利用する種:カマツカ、シマドジョウ

【底生動物】

- ・砂を利用する種:掘潜型、携巢型
- ・石礫を利用する種:造網型
- ・全体の個体数、種数

○現地調査

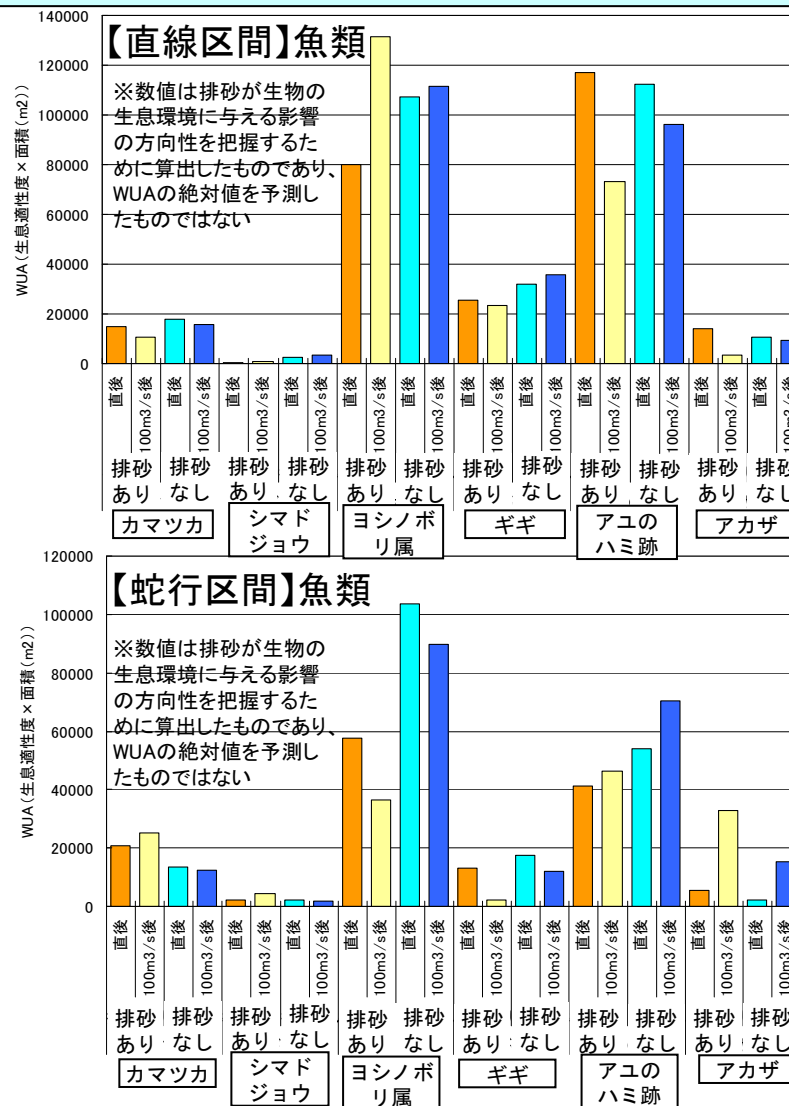
- ・河床材料、流速、水深と代表種の生息状況について現地調査により把握
- ・調査は一定面積枠内(魚類:1m枠、底生動物:50cm枠)における様々な水理・河床状況場で実施

○物理環境と生物環境の関数関係の導出

- ・調査結果をもとに、生物を目的変数、物理環境を説明変数とし、生息適性度・個体数等をアウトプットとした生物予測モデル(一般化線形モデル)を作成

○排砂による生息場への影響について評価

- ・生物予測モデルを用い、物理環境の予測結果を用い、排砂の有無による代表種の生息環境の違いについて比較評価



6.4 ダム群領域の環境への影響評価(長期的影響:生物環境:評価結果)(④)

- ダム群領域(下流ダム領域)全体の環境に対する排砂影響の長期的(32年間)評価結果をとりまとめた。
- 一部長期間にわたり影響が残ると判断された箇所もあるが、平面二次元解析の結果から、瀬淵構造が維持されると考えられるため、生物生息環境は減少するものの、消失はしないと推定される。

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				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
								湛水域								湛水域								湛水域				湛水域							
想定される 生息環境の 変化	魚類	間隙利用	(淵) 代表種:ギギ																																
			(瀬) 代表種:アカザ																																
		石礫利用	(主に瀬) 代表種:ヨシノボリ																																
			代表種:カマツカ、シマドジョウ																																
		砂利用	代表種: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																															
	底生動物		(主に瀬) アユ(活動期)																																
		環境に特徴的な種	ナベブタムシ																																
		掘潜型																																	
		造網型																																	
		携巢型																																	
		外来種	カワヒバリガイ																																
	藻類	問題となる種	カワシオグサ																																
	植物	外来種	オオカナダモ※																																

※:オオカナダマは、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。

緑	:瀬
黄	:淵
青	:湛水域
赤	:湾曲区間(湛水区間を除く)

改善 ↑	青	:長期的に生息場として改善する可能性がある。(累計15年以上)
	黄	:一次的に生息場として改善する可能性がある。(累計5年以上15年未満)
	白	:生息場として改善または悪化する可能性が低い。
悪化 ↓	黄	:一次的に生息場として悪化する可能性がある。(累計5年以上15年未満)
	赤	:長期的に生息場として悪化する可能性がある。(累計15年以上)

---	アユ友釣専用区(10月15日まで)
---	アユ友釣専用区(9月15日まで)
---	共同漁業(岐阜県矢作川)

注1)問題となる種及び外来種については、他の生物と同様の評価とし、適する場合は青(水色)、適さない場合赤(黄)はとしている。

注2)改善または悪化の判断指標は、現況で対象種が生息している区間を対象に、適性度が現況よりも50%以上増減する場合とした。

- 一次元・平面二次元河床変動計算結果より、瀬区間・淵区間のそれぞれについてWUAを算出
- 算出したWUAの比率により一次元河床変動計算のWUA算出結果を瀬・淵の区分毎に補正して上表を作成

6.4 ダム群領域の環境への影響低減に向けて 【置き土実験、覆砂実験の調査結果から】

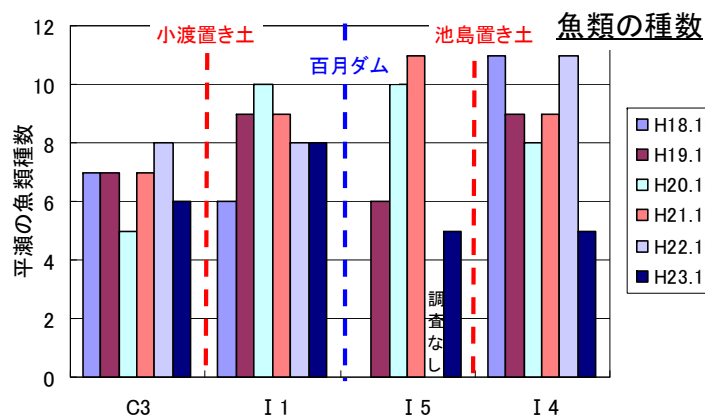
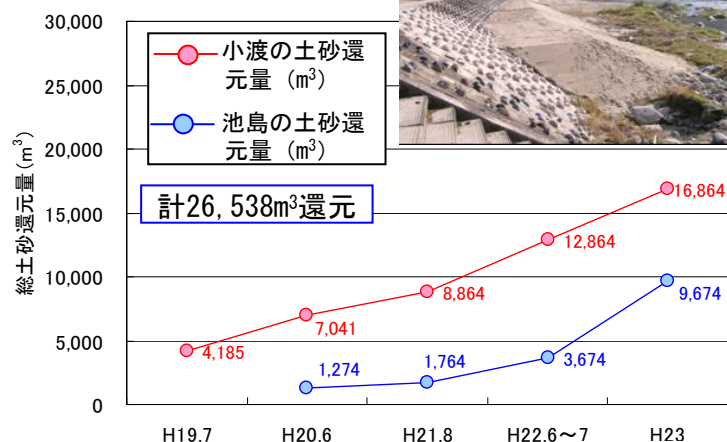
- 置き土量が少なかったため、置き土地点下流において、物理環境の変化に伴う底生動物・魚類の生息への影響はみられていない。
- 覆砂により河床材料の細粒化、水深が浅くなることにより、底生動物の個体数、種数、種組成等の変化がみられる。ただし、覆砂流出後(約100m³/sの矢作ダムの放流による)は、大石の裏等一部で砂が残るものの、覆砂前及び対照区とほぼ同様の河床環境に戻り、生物の生息状況が回復する。
- 排砂施設の運用(フラッシュ等)により、排砂による下流河川環境変化の早期緩和が可能となるものと考えられる。

置き土実験

目的：出水時の土砂流下量を増加させ、下流の環境への影響を把握

【置き土量(各年)】

- ・ 小渡：約4,000m³
- ・ 池島：約6,000m³



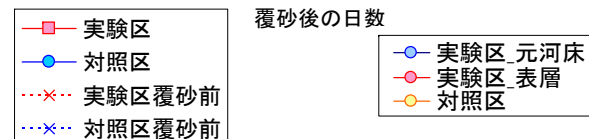
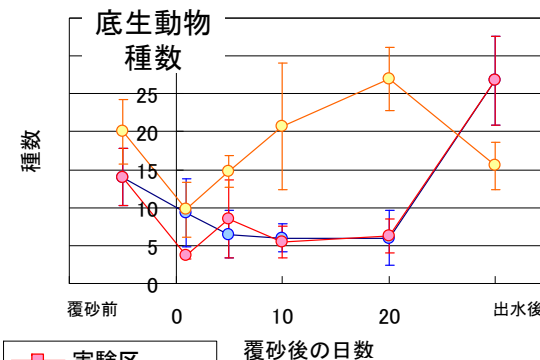
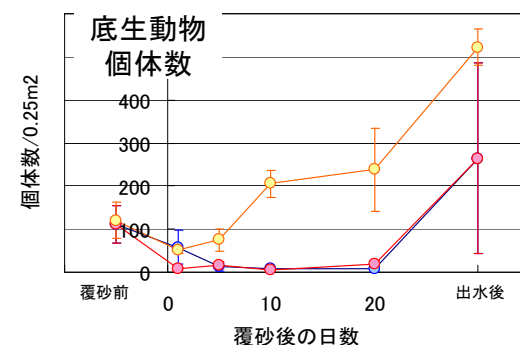
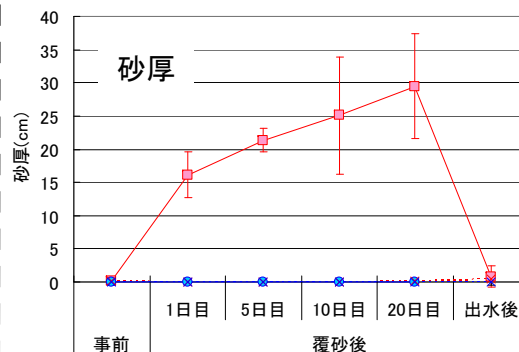
覆砂実験

目的：平瀬に、人為的に土砂を堆積させ、生物への影響を把握

【覆砂量】

- ・ 有平橋 H21~H23 : 各年10m³
- ・ 矢作第二ダム下流 H23:10m³

【矢作第二ダム下流の覆砂の状況及び覆砂の砂厚及び底生動物調査結果】



実験区：覆砂した箇所
 対照区：覆砂していない箇所

6.4 ダム群領域の保全対策の検討

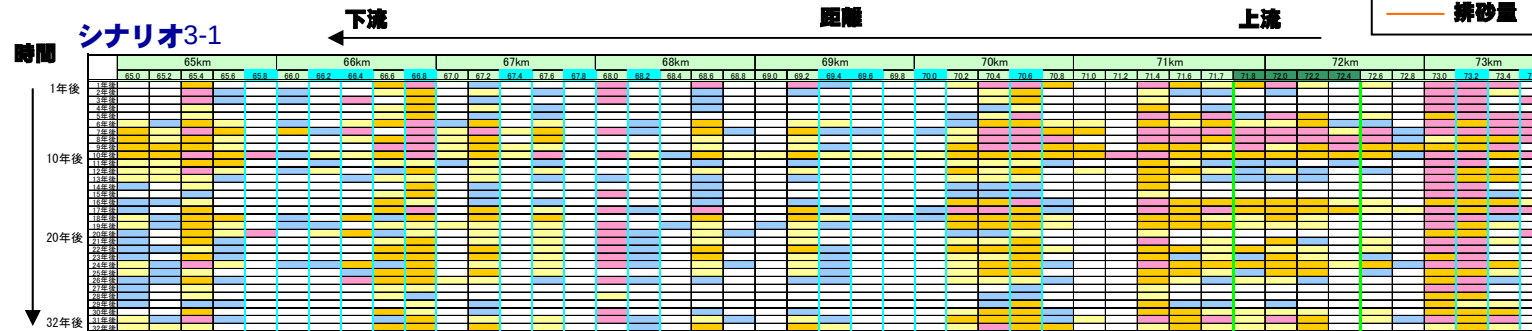
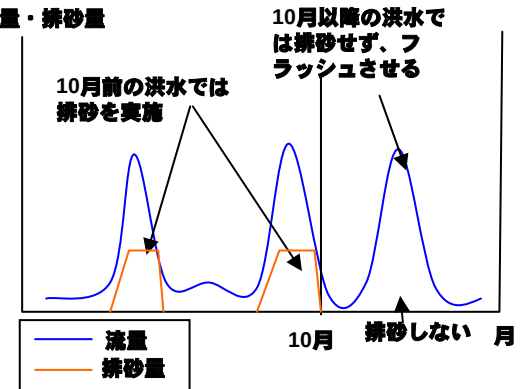
【フラッシュ放流の想定】

- 10月以降は排砂を停止し、洪水により河道堆積土砂をフラッシュすることを想定

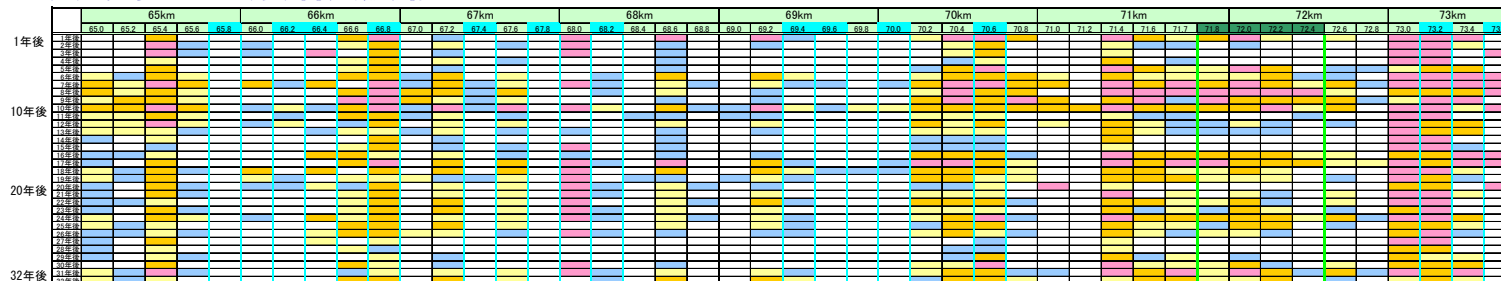
【検討結果】

- シナリオ3-1より細粒化の傾向を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、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。
- ただし、10月以降の洪水のみでは効果は小さいため、今後、フラッシュ（排砂停止）の頻度を変えることによる効果を確認し、排砂後に、影響が生じた場合の保全対策案として、想定される具体案を提案する。

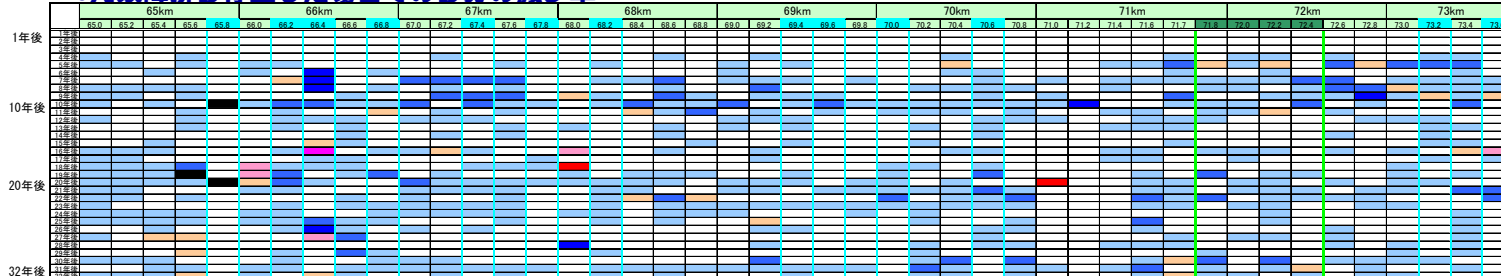
流量・排砂量



シナリオ3-1+10月以降は排砂停止



10月以降排砂停止した場合での砂分の減少率



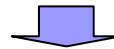
6.4 ダム群領域の環境への影響評価(評価結果)

■ 短期的な影響について

- ・排砂により、排砂する土砂に含まれる濁質分により濁りの増加の可能性がある。
- ・濁りの増加は、魚類生息への影響が想定されるが、ストレスインデックスによる評価では、大きく悪化することは少なく、上昇レベルとしてSIが1上がる洪水は41洪水中4洪水と少ないことから、魚類への影響は小さいと考えられる。
- ・付着藻類については、排砂によるクレンジング効果により剥離更新が促進される可能性がある。

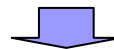
■ 長期的な影響について

- ・一次元河床変動計算による32年間の河床変動や二次元河床変動解析結果から、ダム群領域(下流ダム領域)の河床材料の長期的変化と生物相への影響を把握した。
- ・一部区間において砂分が長期的に堆積する場合があります、ここでは砂分を好む生物相の増加及び礫分を好む生物相の減少が生じると推察される。
- ・特に各湛水域直上流では、流速の低下及びそれに伴う掃流力の低下により、砂分が溜まりやすく、上記の傾向が顕著に見られる場合がある。



■ モニタリングの実施

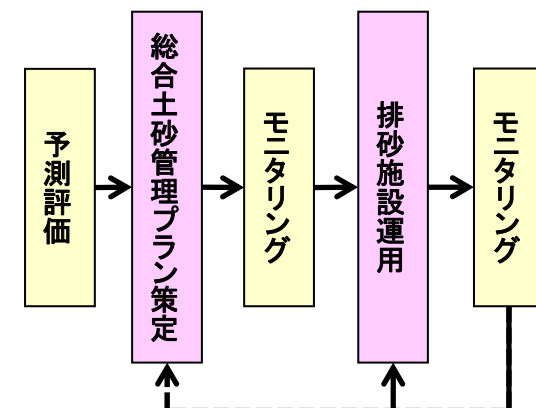
- ・上記で砂の堆積がみられる区間を中心に、河道形状変化、河床材料変化についてモニタリングを実施する。
- ・また、魚類、底生、付着藻類についてモニタリングを実施し、物理環境の変化と生物影響について把握する。



■ 計画の見直し

- ・環境影響の程度が著しいものとなる恐れがあるときには、排砂バイパスの運用(濃度、頻度等)の変更についても検討し、必要に応じて矢作川水系総合土砂管理プランにフィードバックする。

土砂管理プランの順応的管理



6.5 河川領域の目指すべき姿(案)の設定

矢作川の変遷及び河川整備計画・自然再生計画(案)の整備内容を確認し、河川領域の目指すべき姿(案)の設定した。

①航空写真変遷

- ・矢作川が本来有していた河川景観を確認

②河道の縦断形状変化(低水路平均河床高の経年変化)

- ・低水路平均河床高が堆積または低下傾向にあるかを確認

③河道の横断形状変化

- ・局所的な変化(例えば、みお筋の河床低下、砂州の土砂堆積による二極化の状況など)を確認

④治水安全度(流下能力)

- ・現況河道及び整備計画河道における流下能力を確認し、土砂堆積を許容することができるかどうかを確認

⑤河床材料の変化

- ・過去と現在の河床材料構成を比較し、現在育まれている生態系を踏まえた上で、有るべき姿を確認

①河川整備計画の整備内容

- ・河道掘削の位置及び掘削高
- ・樹木伐開及び樹木伐開(維持)の範囲

等

②自然再生計画(案)の整備内容

- ・干潟造成(横断方向に勾配を持たせて盛土)の範囲
- ・砂州の再生(表土をはぎ取った上で、冠水頻度を向上させる)の範囲

等

河川領域における目指すべき姿(案)を設定

6.5 河川領域の目指すべき姿(案)の設定

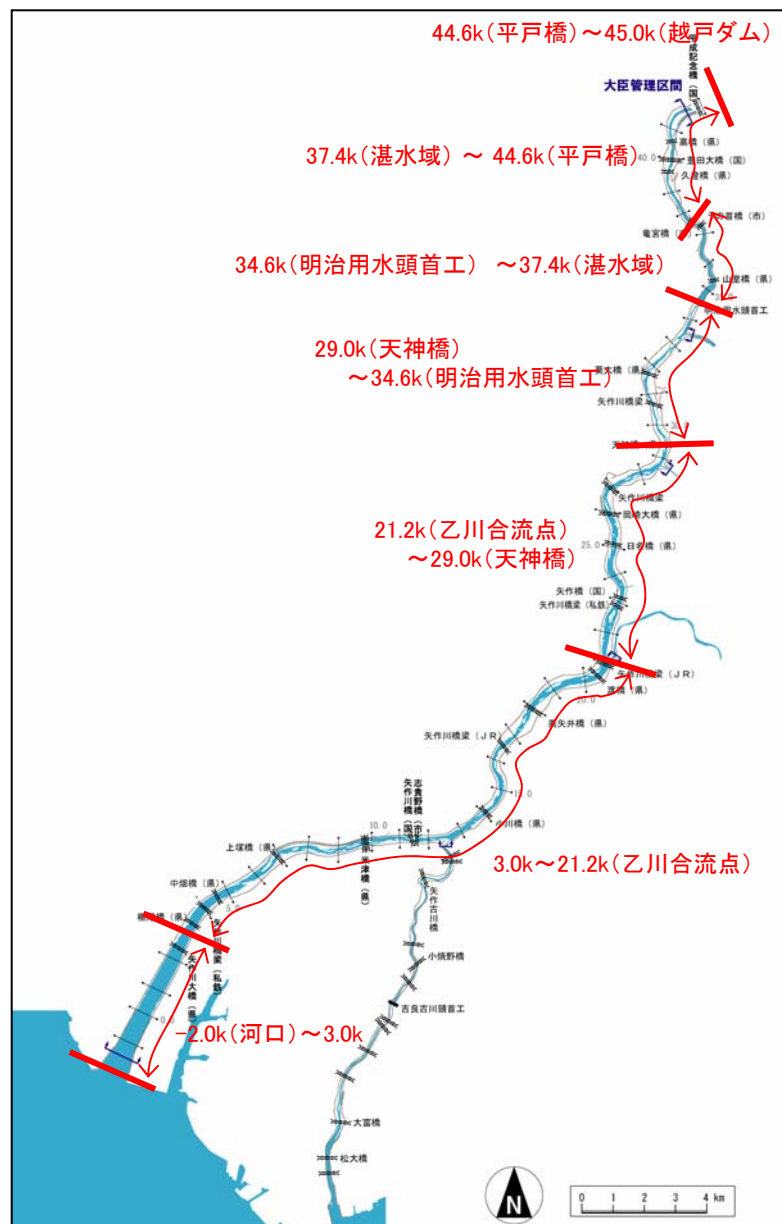


図 河川領域全体図

44.6k(平戸橋) ~ 45.0k(越戸ダム)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積許容(流下能力有り)
【環境等の観点】堆積抑制(景観)



37.4k(湛水域) ~ 44.6k(平戸橋)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積抑制(流下能力が十分にない)
【環境等の観点】堆積抑制(アユ産卵場、漁業権設定)



34.6k(明治用水頭首工) ~ 37.4k(湛水域)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積抑制(湛水域)
【環境等の観点】堆積抑制(漁業権設定)



29.0k(天神橋) ~ 34.6k(明治用水頭首工)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積許容(流下能力有り)
【環境等の観点】堆積抑制(アユ産卵場、漁業権設定)



21.2k(乙川合流点) ~ 29.0k(天神橋)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積許容(流下能力有り)
【環境等の観点】堆積許容



3.0k ~ 21.2k(乙川合流点)

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積抑制(流下能力が十分にない)
【環境等の観点】堆積許容



-2.0k(河口) ~ 3.0k

土砂
の取
扱い

【治水上等の観点】堆積許容(流下能力有)
【環境等の観点】堆積許容



6.5 河川領域の目指すべき姿(案)の設定

航空写真変遷

・水域と陸域が明確化し、二極化が進行している区間がある。それに伴い、河道内樹木の拡大・繁茂が進行している。

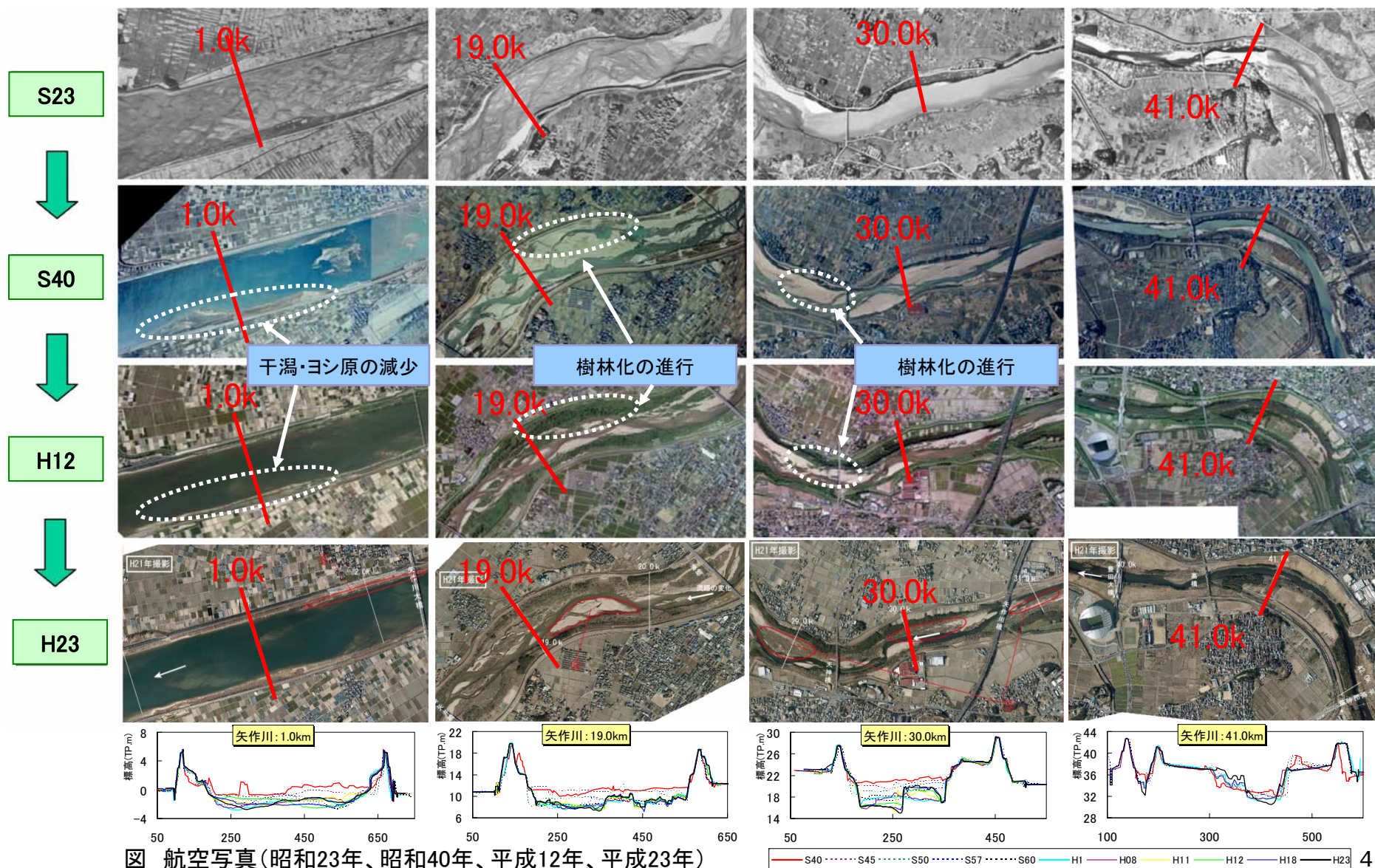
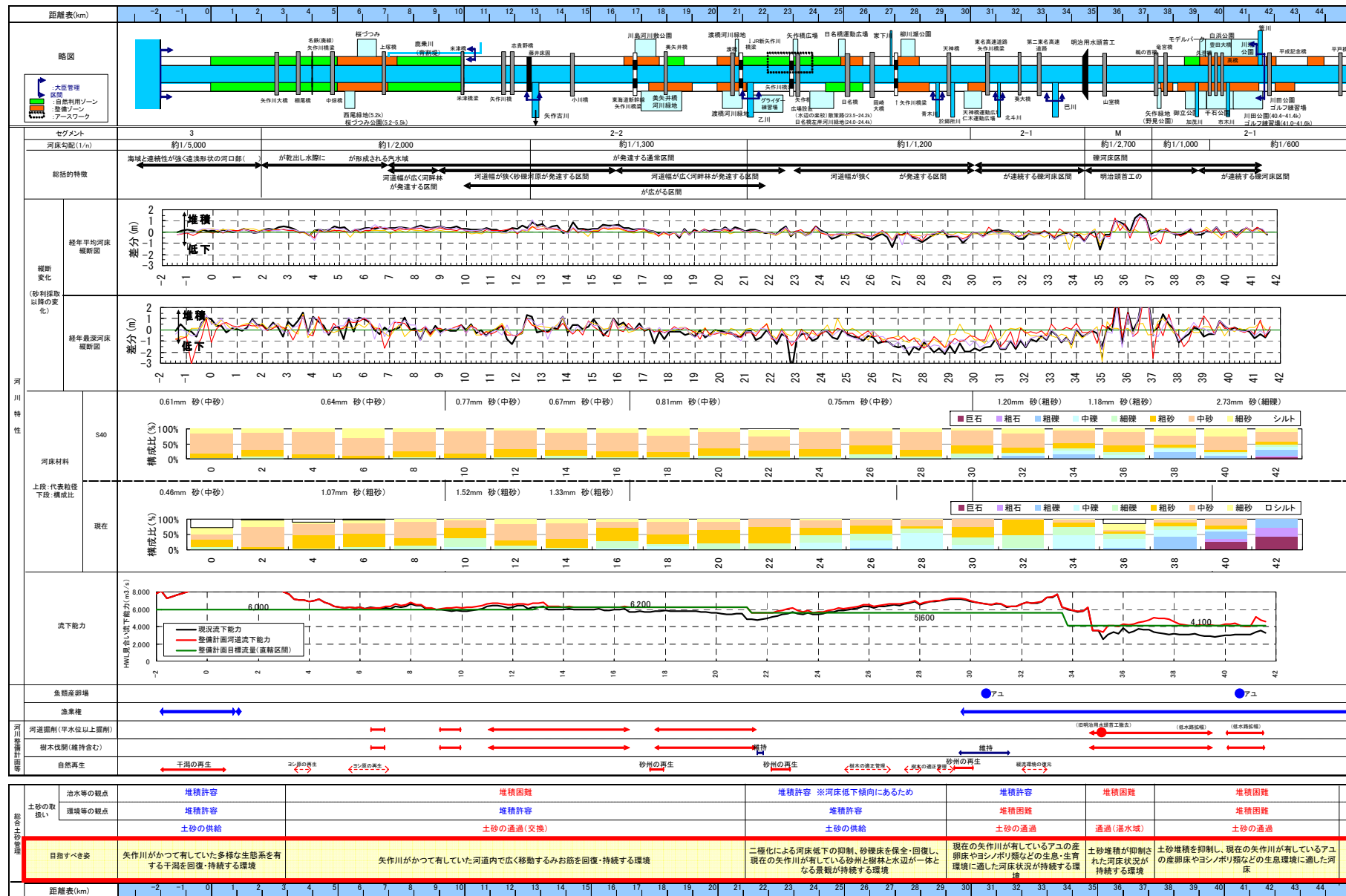


図 航空写真(昭和23年、昭和40年、平成12年、平成23年)

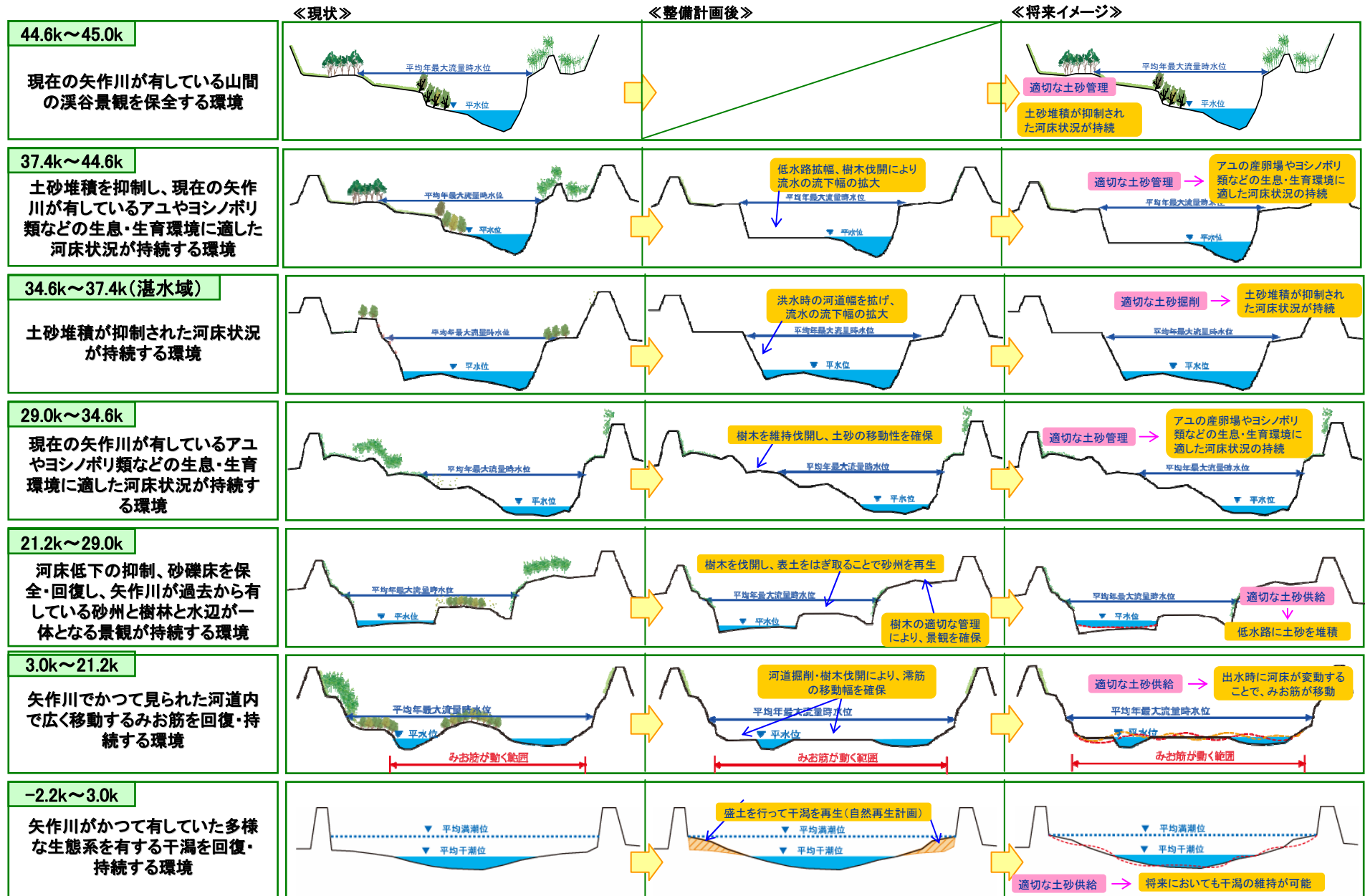
6.5 河川領域の目指すべき姿(案)の設定

矢作川の変遷及び河川整備計画・自然再生計画(案)の整備内容を踏まえ、河川領域における目指すべき姿を設定した。



6.5 河川領域の目指すべき姿(案)の設定

矢作川の変遷及び河川整備計画・自然再生計画(案)の整備内容を踏まえ、河川領域における目指すべき姿を設定した。



6.5 河川領域の目指すべき姿(案)を踏まえた土砂管理目標

■ 区間毎の目指すべき姿に合わせた土砂管理目標及び指標を整理した。

44.6k～45.0k	《 土砂管理目標 》	《 達成方策 》	《 評価指標 》
	土砂を堆積させない ⇒低水路河床高が現況より上回らないことを目標とする。	適切な土砂管理により、土砂堆積を抑制 治水安全度上許容できない分を維持掘削	河床高
37.4k～44.6k	現在の河床材料構成を持続させ、土砂を堆積させない ⇒低水路河床にて、現在の粒径を維持し、堆積させないことを目標とする。	適切な土砂管理により、土砂堆積を抑制 治水安全度上許容できない分を維持掘削	代表粒径・河床高
34.6k～37.4k(湛水域)	土砂を堆積させない ⇒低水路河床高が現況より上回らないことを目標とする。	適切な土砂管理により、土砂堆積を抑制 治水安全度上許容できない分を維持掘削	河床高
29.0k～34.6k	現在の河床材料構成を持続させ、土砂を堆積させない ⇒低水路河床にて、現在の粒径を維持し、堆積させないことを目標とする。	適切な土砂管理により、土砂堆積を抑制 治水安全度上許容できない分を維持掘削	代表粒径・河床高
21.2k～29.0k	二極化の進行及び砂州の樹林化を抑制する ⇒豊水流量相当で砂州が冠水する程度まで土砂を堆積させることを目標とする。	自然再生事業にて、砂州の表土を剥ぎ取り冠水頻度を高めることで砂州を再生(約22.2k～22.8k、約30.0k付近) 適切な土砂供給により、土砂堆積厚を確保する	代表粒径・堆積厚
3.0k～21.2k	河道内で広くみお筋が移動できる環境を回復・持続する ⇒低水路河床にて豊水流量規模で移動する粒径が卓越し、みお筋が移動できる堆積厚が確保されることを目標とする。	河川整備計画にて、河道掘削・樹木伐開を行うことで、みお筋と砂州部の二極化や植生繁茂を解消。 自然再生事業にて、砂州の表土を剥ぎ取り冠水頻度を高める(17.2～17.6k) 適切な土砂供給にて、河床材料の移動、みお筋の移動を促進(再固定化防止) 治水安全度上許容できない分を維持掘削	代表粒径・堆積厚
-2.2k～3.0k	多様な生態系を有する干潟を回復する ⇒整備計画流量相当を確保することを前提し、計60haを目標とする。	自然再生事業と連携し、干潟造成、適切な土砂供給等を実施	干潟面積

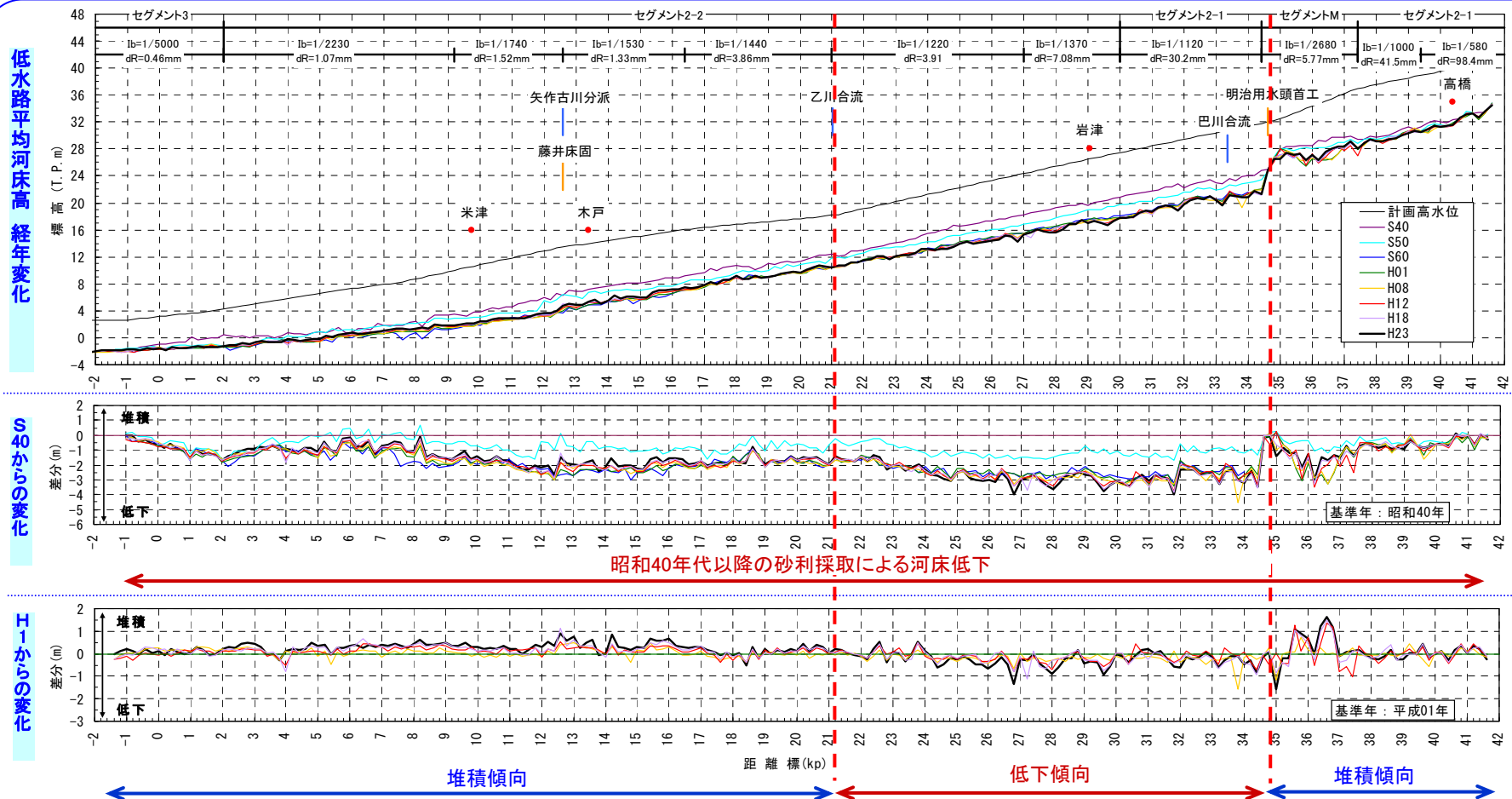
6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)の設定



6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】河道の縦断形状変化(低水路平均河床高の経年変化)

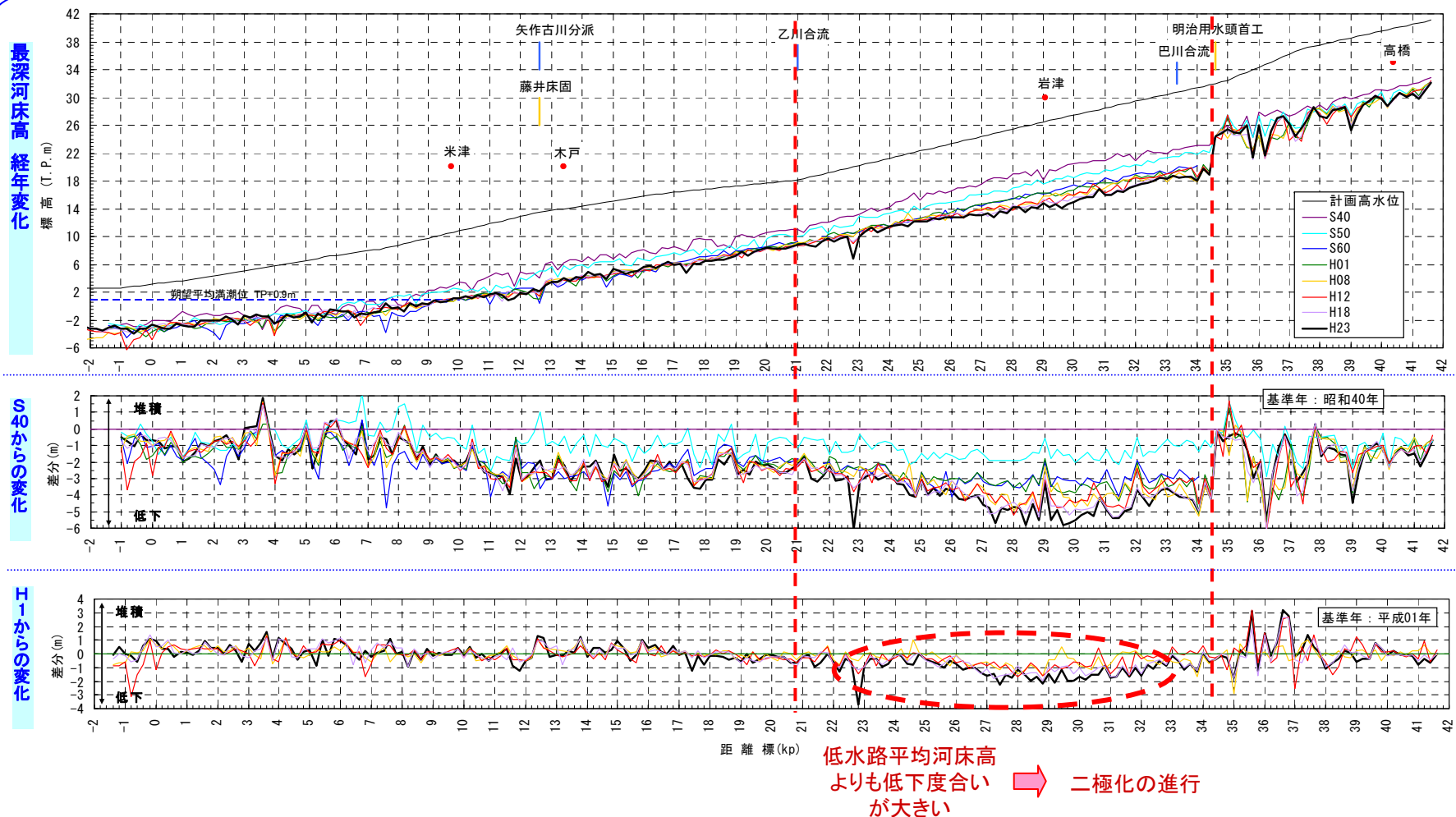
- ・砂利採取が行われていたS40～S63にかけて低水路平均河床高が低下。特に明治用水頭首工下流の低下が顕著(約3m)。
- ・砂利採取が規制された後は比較的安定しているが、乙川合流点下流では堆砂傾向、上流では低下傾向。また、明治頭首工上流で堆積傾向。



6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】河道の縦断形状変化(最深河床高の経年変化)

- ・砂利採取が行われていたS40～S63にかけて最深河床高が低下。特に明治用水頭首工下流の最深河床低下が顕著(約5m)。
- ・平成元年以降、21k(乙川合流)～35k(明治用水頭首工)間において低水路平均河床高よりも低下度合いが大きく、二極化が進行。

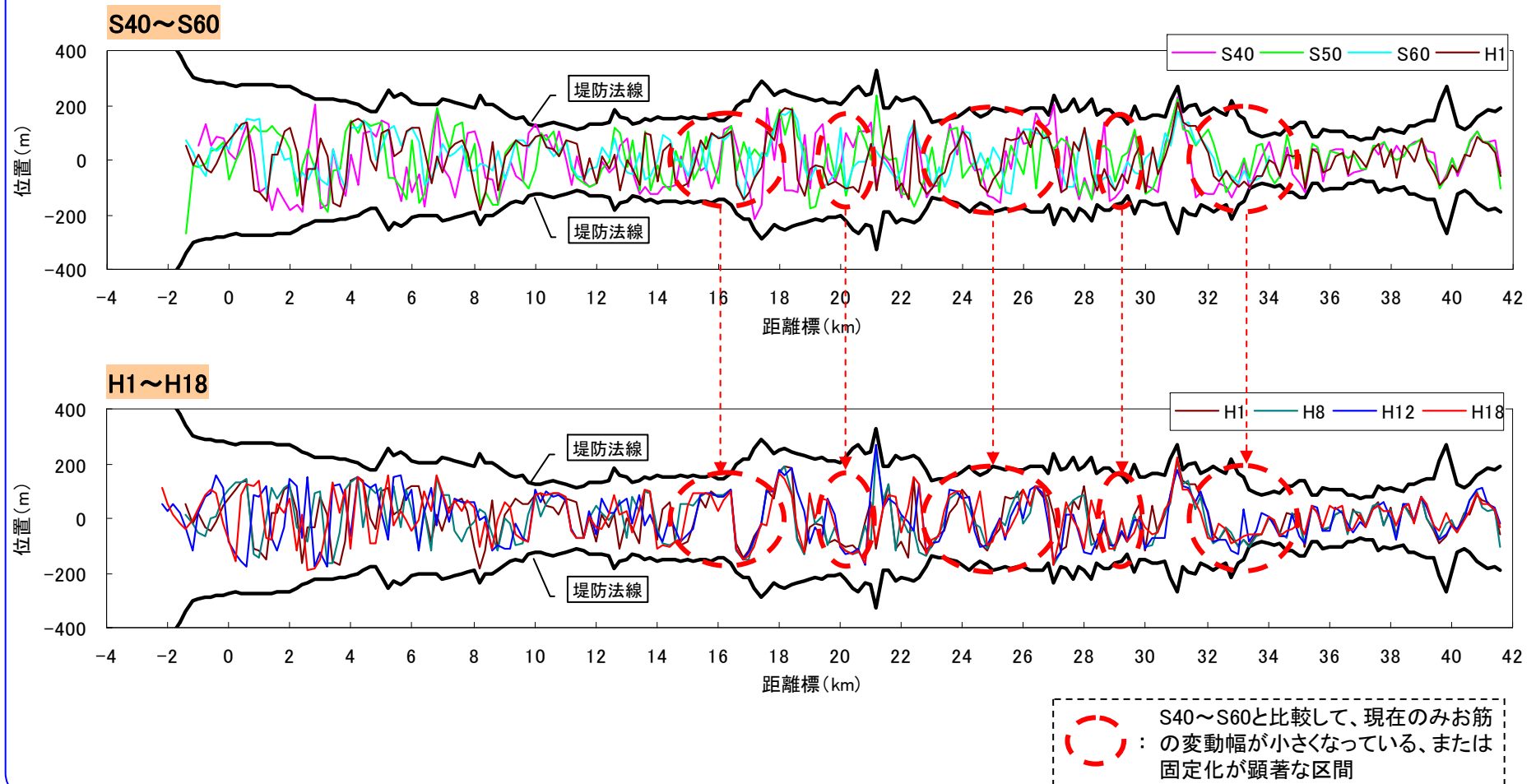


6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】河道の横断形状変化

- ・S40～S60の変遷では、滞筋は大きく変動。
- ・H1～H18の変遷では砂利採取による流路の変化、植生進入等による二極化の進行によりみお筋の変動幅が小さくなっている(一部固定化している)。

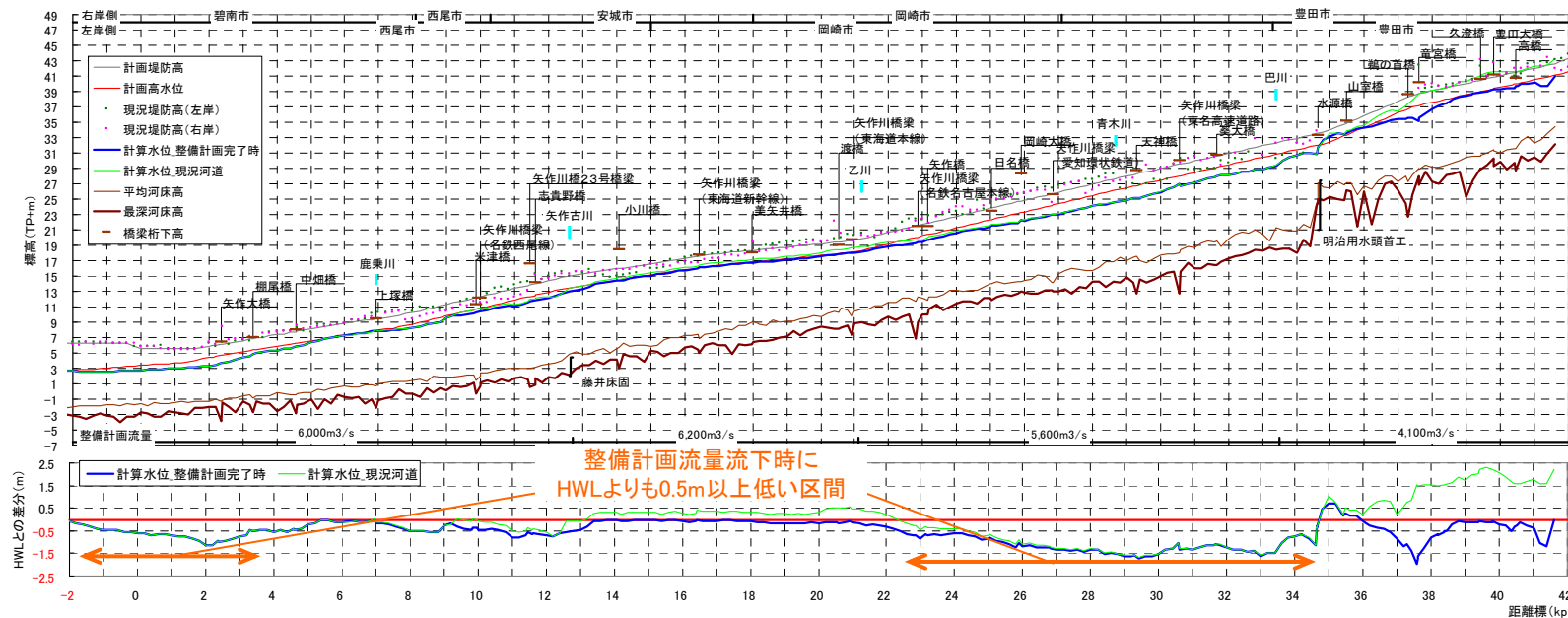
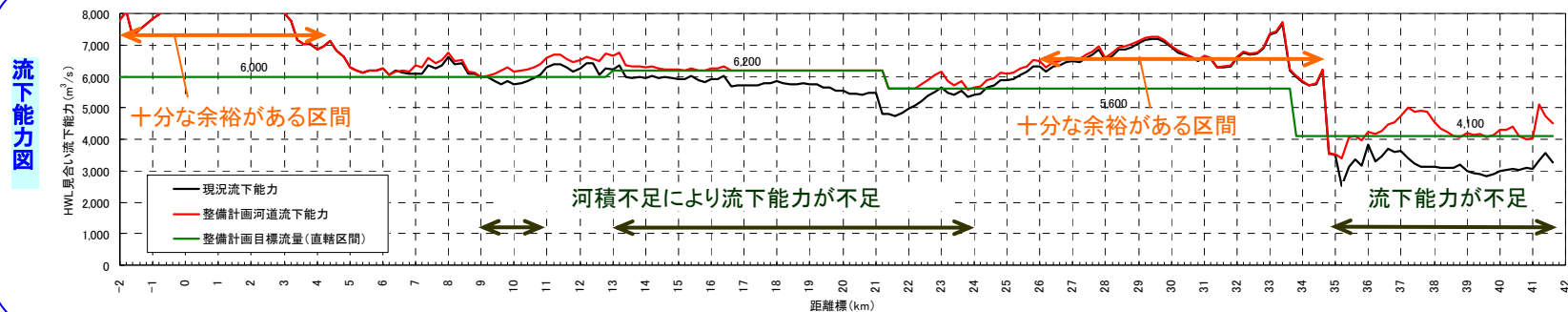
みお筋の変化



6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】治水安全度(流下能力)

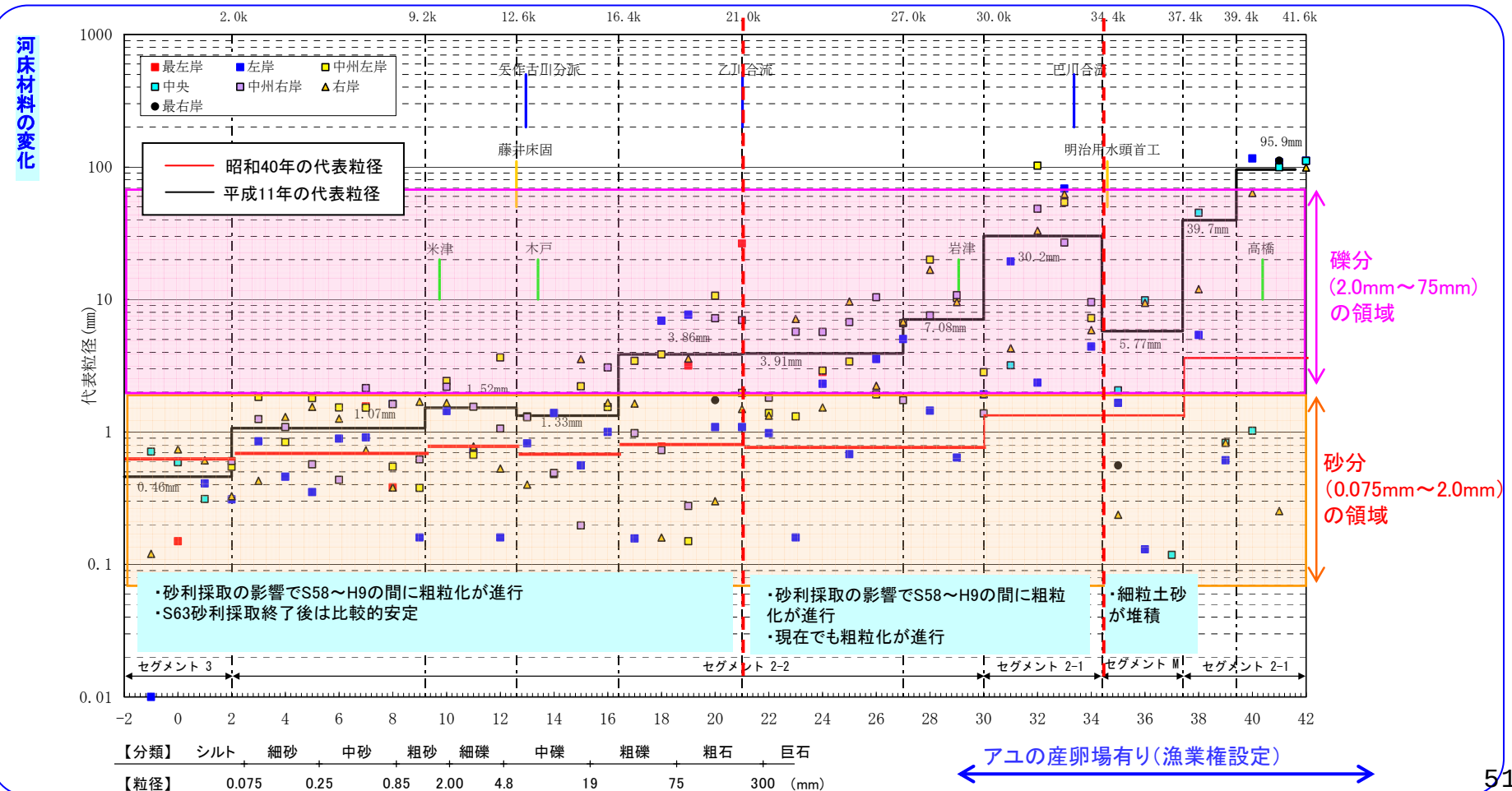
- ・現況河道では、13k～24k付近及び34.6k(明治用水頭首工)上流区間にて整備計画目標流量に達していない。
- ・また、整備計画河道では、15k～24k区間における流下能力が整備計画目標流量相当であり、適切な維持掘削が必要。
- ・一方、約-2k～3k区間及び23k～34.6k区間では現況河道流下能力、整備計画河道流下能力ともに整備計画目標流量を上回っており、また、水位縦断図からHWLとの差分が比較的大きい(約0.5m以上)ため、**土砂の堆積を許容**できる。



6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】河床材料の変化

- ・大正～昭和初期の発電ダム群完成、昭和46年の矢作ダム完成、昭和63年までの砂利採取といった人為的な影響により、昭和40年調査と比較すると全川的に粗粒化。
- ・現在は、16.4kより下流側で砂分が、上流側で礫分が卓越。昭和40年と比較すると、16.4k～37.4kの範囲にて砂から礫へ変化。
- ・ただし、29k上流区間はアユの産卵場があり、漁業権も設定されており、河床材料等の変化に伴う諸影響に留意が必要。



6.5 (参考)河川領域の目指すべき姿(案)を設定した根拠

【参考】河川整備計画の整備内容

●治水対策(ハード対策)

→東海豪雨クラスの洪水に対し、安全に流下させる対策として、堤防整備、河道掘削、樹木伐開、矢作ダムの放流施設増強を実施。

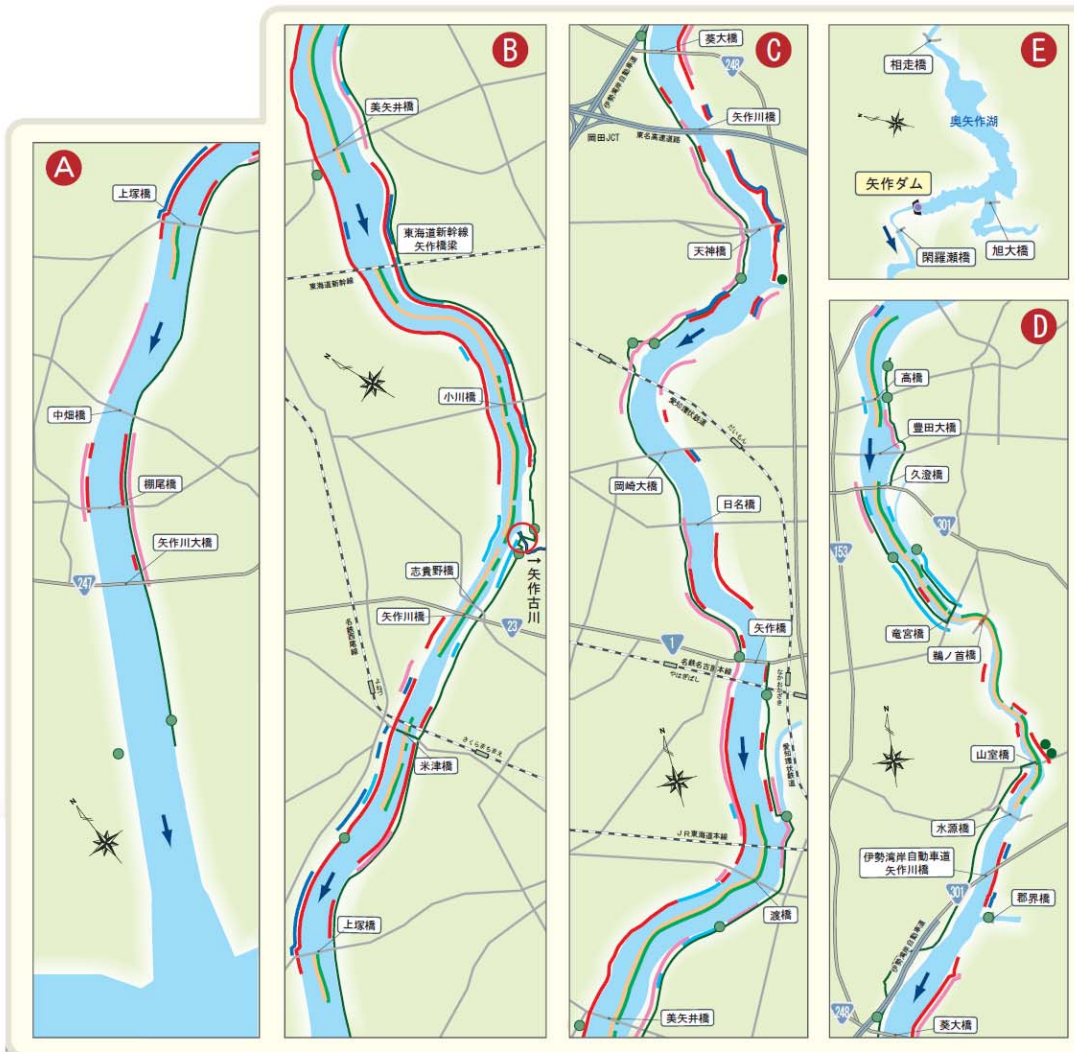
●河川環境の保全(自然環境の保全)

→白い砂州、樹林、河口部のヨシ原、干潟等による動植物の生息・生育環境の保全・再生を行う。

河川整備箇所全体図



凡 例		
水位低下	河道掘削	〓
	樹木伐開	〓
	橋梁改築	〓
	古川分派施設	○
堤防強化	放流設備増強	●
	堤防整備	〓
	高水護岸整備	〓
	低水護岸整備	〓
	浸透対策	〓
	樋門・樋管改築	●
危機管理対策	防災拠点	●
	河川監視用カメラ	●
	河川防災ステーション	●
	光ファイバー	〓



6.5 河川領域の目指すべき姿(案)を踏まえた土砂管理目標根拠

- 29.0k～34.6kの土砂管理指標を「代表粒径」とした根拠を整理した。
- ・現存のアユの産卵環境に適した環境を維持(粒径5～30ミリ)。
- ・ただし、排砂による影響を注意深くモニタリングし、結果をプラン(案)に反映する。

○ アユの産卵環境について

- ・河川流速や水深、河床砂礫の粒径分布等の水理的因子に支配される。産卵に際して、アユは流れの中で長時間定位するため、極めて浅い地点や定位できないほど速い流れの地点は産卵場に適さない。
- ・また、砂礫を掘り起こしながら産卵するため、移動させやすい砂礫からなる河床(砂礫底で軟質の場所)、「河床が浮き石状態でザクザクしている」等を産卵場として好む。

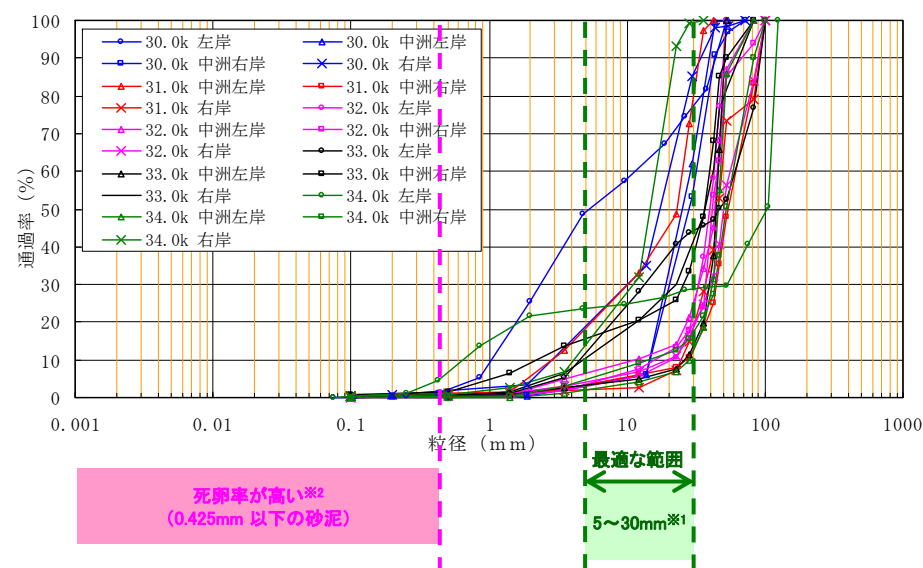
アユの産卵に最適となる粒径は文献で異なるものの、5mm～30mm程度の「浮き石状態」のきれいな礫を好み、砂泥では死卵率が高くなる※²ものと思われる。



産卵に適している川底(左)と、産卵に適していない川底(右)。
特に藻類や砂泥が付いていないのが良い。※¹



現状は概ね最適値の範囲にあることから、低水路河床にて現在の粒度構成を維持することを(最低限の)目標値とする。ただし、排砂による影響を注意深くモニタリングし、結果をプラン(案)に反映する。



※¹ アユの人工産卵場のつくり方, 平成21年3月, 水産庁, (独) 水産総合研究センター中央水産研究所

※² 河川環境総合研究所資料第16号 流量変動と流送土砂量の変化が沖積河川生態系に及ぼす影響とその緩和技術, 平成17年10月, (財) 河川環境管理財団河川環境総合研究所

6.5 河川領域の目指すべき姿(案)を踏まえた土砂管理目標根拠

■ 3.0k~21.2kの土砂管理指標を「代表粒径・堆積厚」とした根拠を整理した。

- ・代表粒径：豊水流量規模で、河床材料が移動するような粒径を回復。
- ・堆積厚：みお筋が移動できる堆積厚の確保。

《顕在化している課題》

滞筋固定化、河床の粗粒化

《目指すべき姿》

みお筋が移動できる環境の維持回復

目指すべき姿に必要な諸量(試案)

①河床材料の粒径

- ・河床材料粒径が大きいと、小規模出水時では土砂が動かない

⇒豊水流量規模で、河床材料が移動するような粒径回復を図る

右図：粒径2mm程度では、20m³/s程度の出水規模で移動を開始するが、現在の粒径(20mm程度)では、1,000m³/s以上の出水が生じないと移動しない

+

②堆積厚

- ・動きうる河床材料が必要な厚さだけ堆積している必要がある

⇒みお筋が移動できる堆積厚※の確保を図る

※一次元河床変動解析により堆積厚を評価

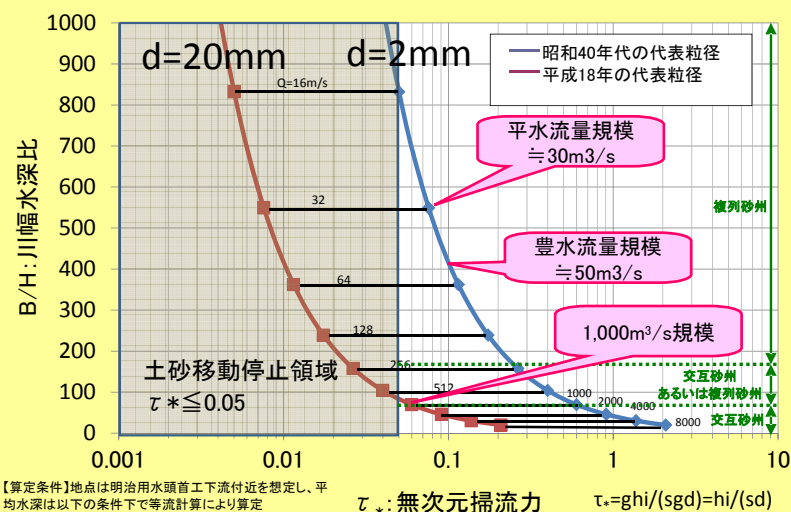
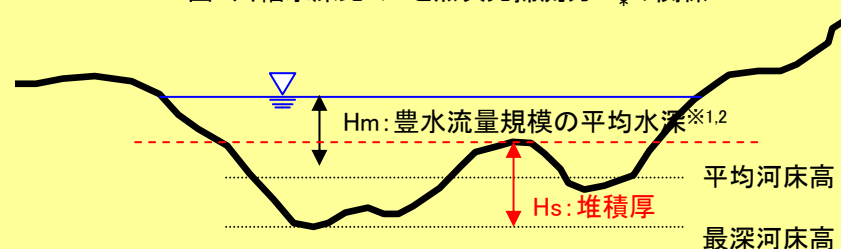


図 川幅水深比B/Hと無次元掃流力 τ_* の関係



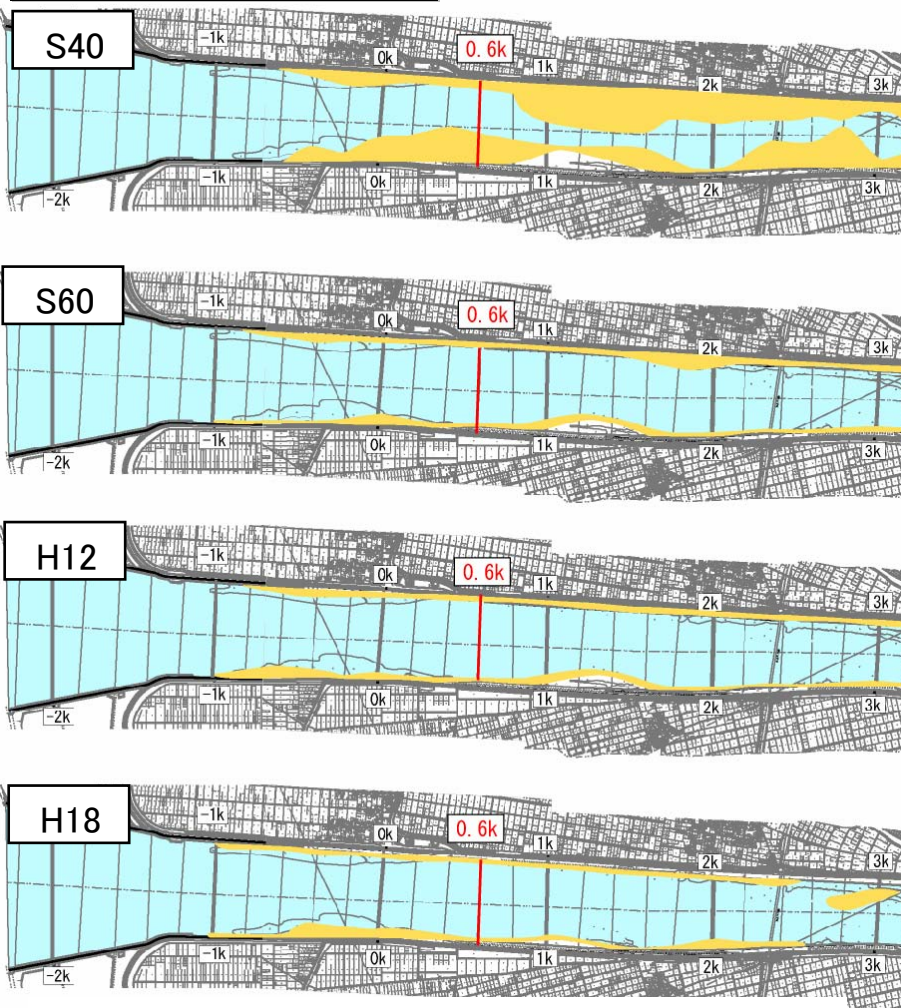
※1 豊水流量相当で河床材料が動くような形態を目指す

※2 想定と異なる流量規模では、想定した河床形態(垂直スケールは異なる)が形成される場合もある

6.5 河川領域の目指すべき姿(案)を踏まえた土砂管理目標根拠

- -2.0k~3.0kの土砂管理指標を「干潟面積」とし目標値を設定した根拠を整理した。
- ・干潟面積は年々減少し、昭和60年には昭和40年の約2割にまで減少。
- ・かつて有していた干潟面積は約90haであるが、干潟造成にともなう治水への影響を考慮して約60haを目標。

○ 矢作川における干潟の変遷



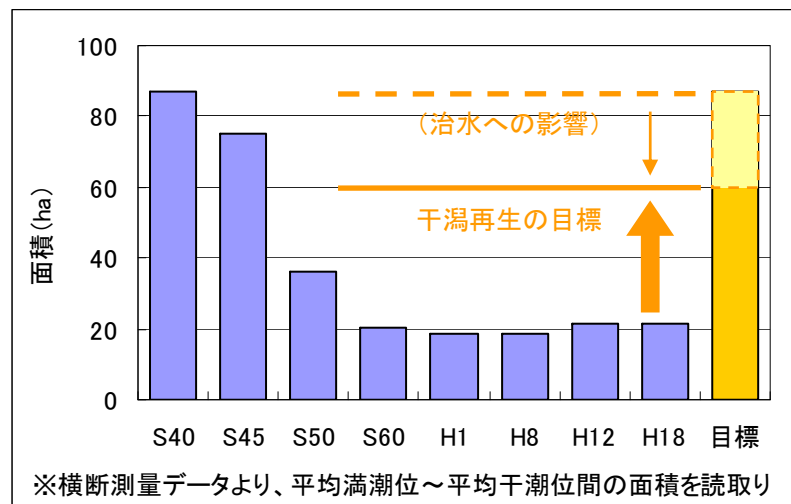
※干潟の位置は、横断測量(200mピッチ)を基に、平均満潮位と平均干潮位の間で干出する箇所を干潟として算出。

○ 土砂管理目標値の設定根拠

干潟面積の減少量は約70haであり、現況と併せると約90haとなる

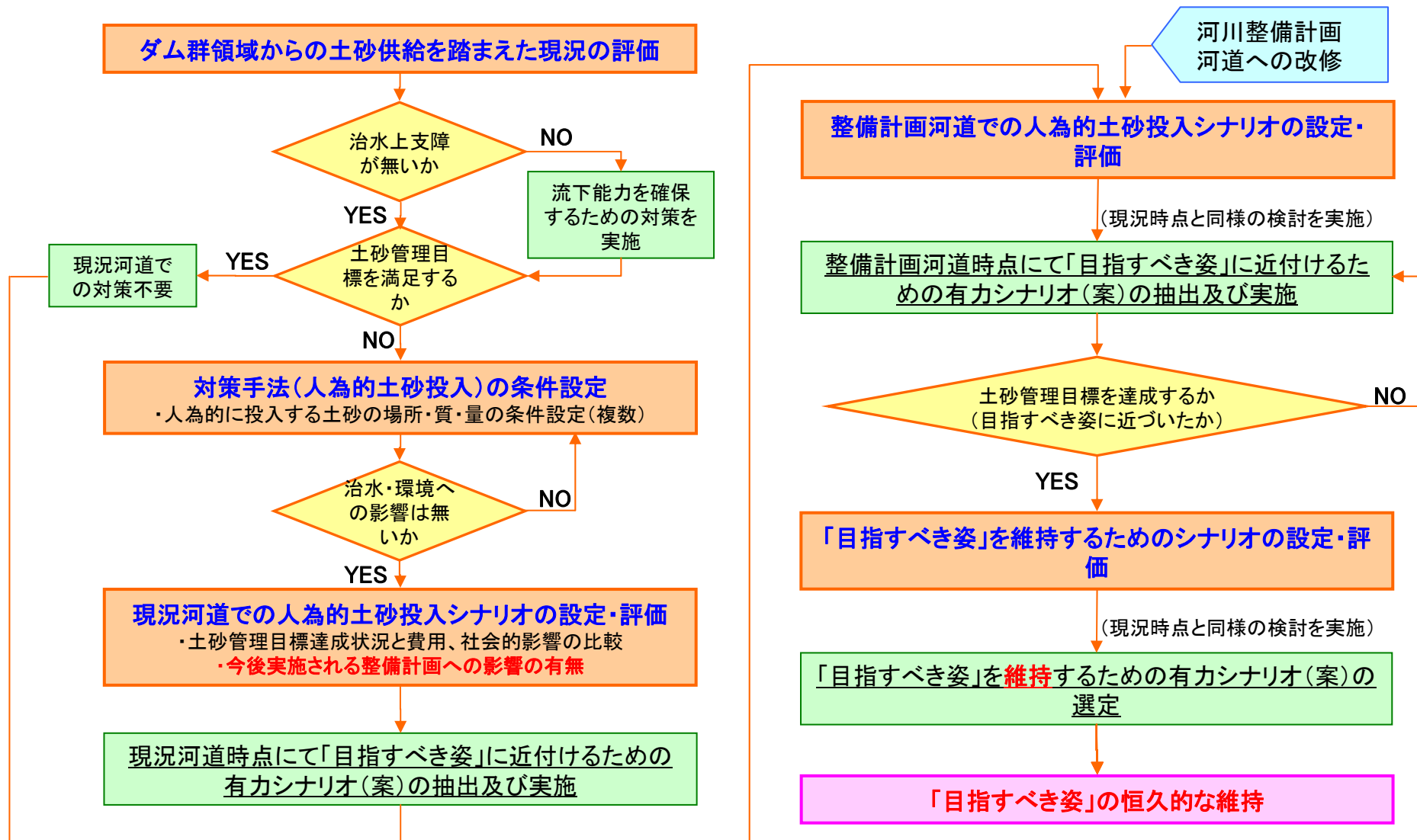


干潟造成にともなう治水への影響を考慮して、約60haを目標とする



6.5 河川領域土砂管理シナリオ検討フロー

- 河川領域土砂管理における土砂管理は、①現況河道時点、②整備計画河道時点、③目指すべき姿到達後を想定した。



6.5 ダム群領域からの土砂供給を踏まえた現況の評価(現況河道)

- ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)による現況河道での影響を確認した。
⇒ 「排砂あり(ダム群領域シナリオ3-1)」では、代表粒径は初期状態から大きな変動はない。
3.0k~21.2k区間において土砂管理目標を達成しておらず、砂分の供給量は不十分。

○ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)の有無による代表粒径の比較(32年後評価)

【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)

※河川領域での維持掘削を無しとした場合の解析結果

60%粒径縦断面(32年後)

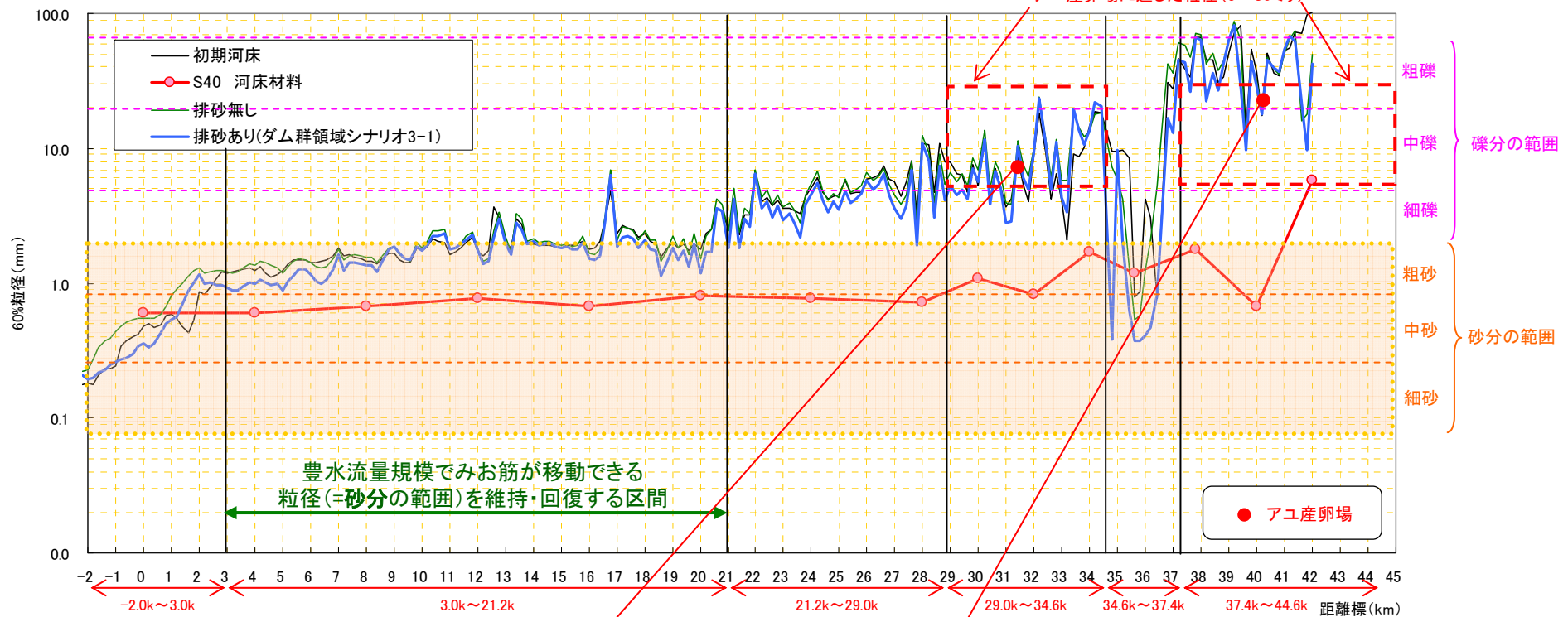


図 代表粒径D60の経年変化(一次元河床変動計算結果、現況河道(維持掘削無し))

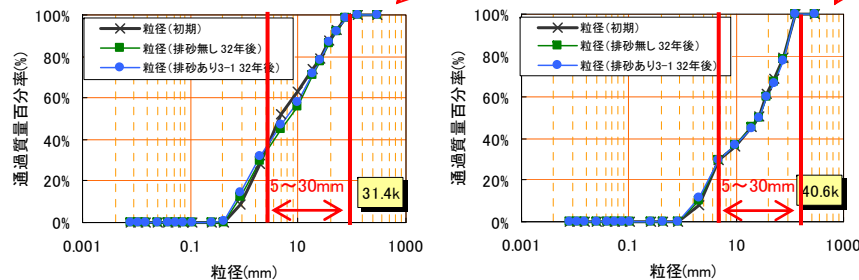


図 アユ産卵場付近の粒度分布(31.4k, 40.6k), 32年後

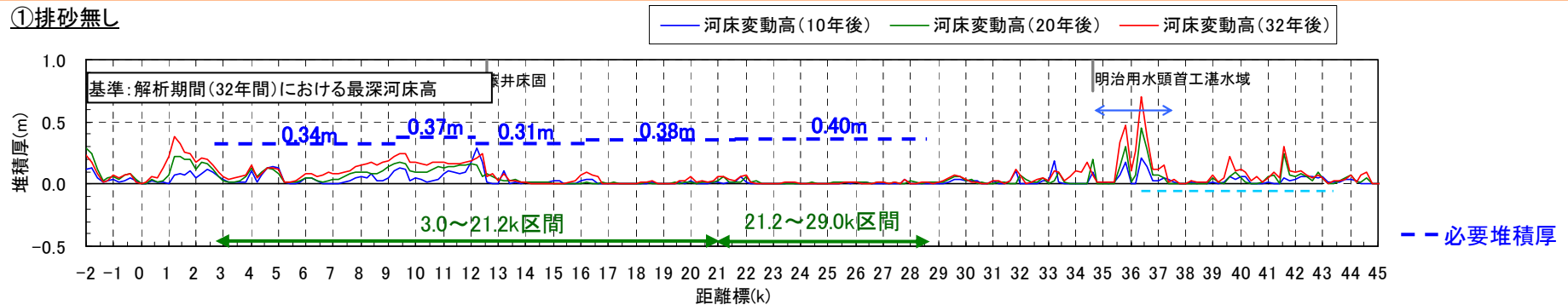
アユ産卵場付近の粒径は
概ね5~30ミリの範囲にある

6.5 ダム群領域からの土砂供給を踏まえた現況の評価(現況河道)

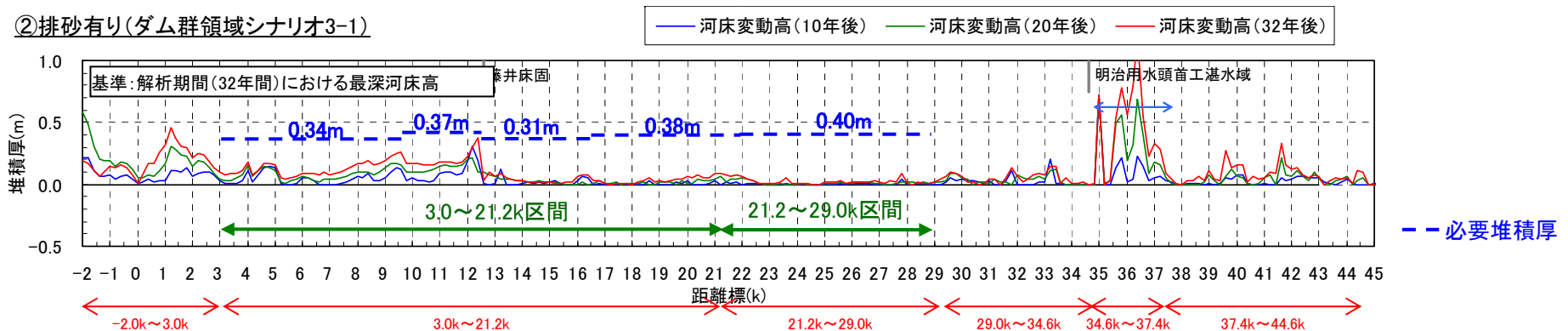
- ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)による現況河道での影響を確認した。
⇒ 「排砂あり(ダム群領域シナリオ3-1)」では、堆積厚は増加するものの土砂管理目標を達成しておらず、砂分の供給量は不十分。

○ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)の有無による堆積量の比較(32年後評価)

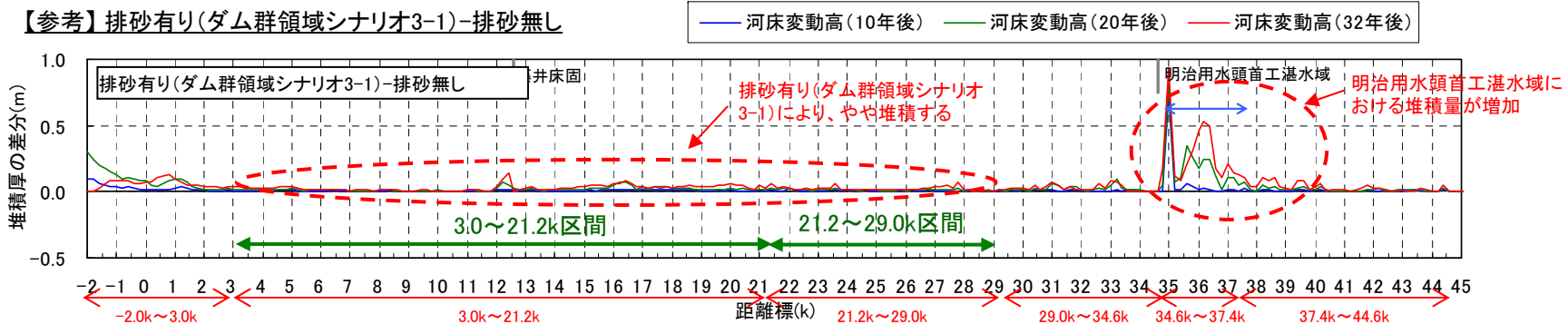
①排砂無し



②排砂有り(ダム群領域シナリオ3-1)



【参考】排砂有り(ダム群領域シナリオ3-1)-排砂無し

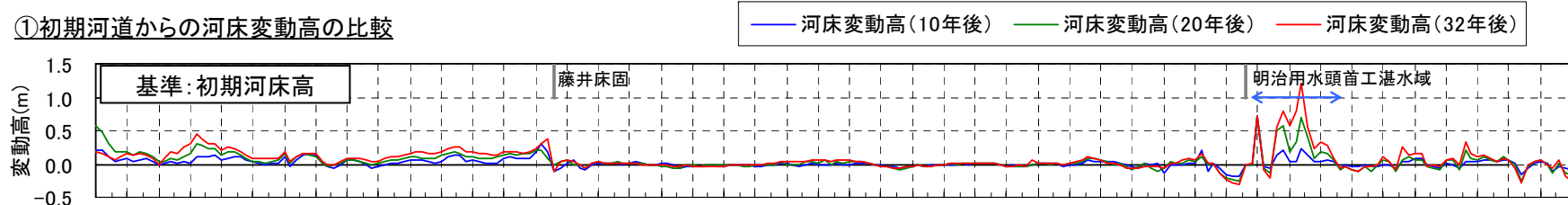


6.5 ダム群領域からの土砂供給を踏まえた治水安全度の評価(現況河道)

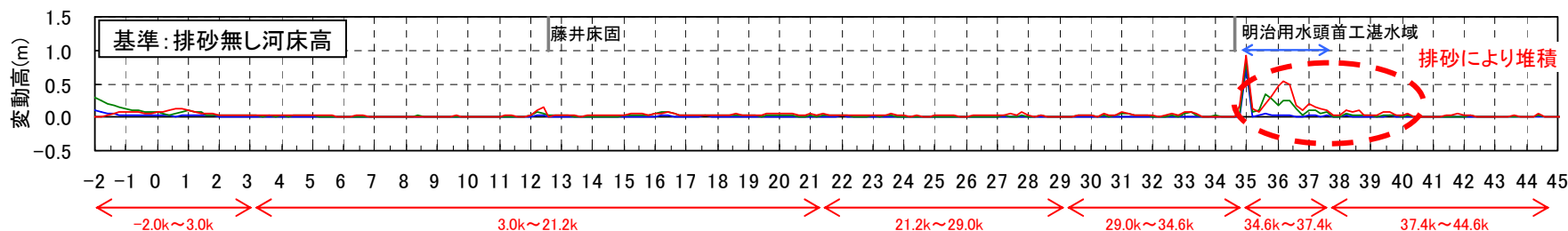
- ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)による現況河道での影響を確認した。
⇒ 排砂により一部区間にて治水安全度が低下するため、維持掘削の実施を前提としたシナリオとする。

○ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)による河床変動高・流下能力の変化

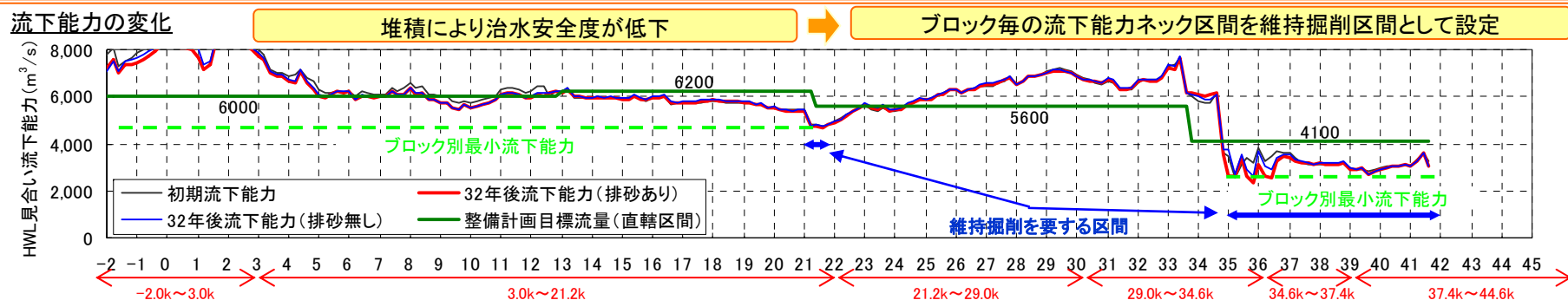
①初期河道からの河床変動高の比較



②矢作ダムから排砂をしないケースとの比較(排砂有り-排砂無し)



流下能力の変化



6.5 対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

- ダム群領域からの土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)のみでは、河川領域における土砂管理目標を満足できない。
⇒ 人為的に土砂(特に砂分)を投入することで、目指すべき姿へ可能な限り近づけることとする。

①投入する土砂の質

ダム群領域における維持掘削土砂を活用

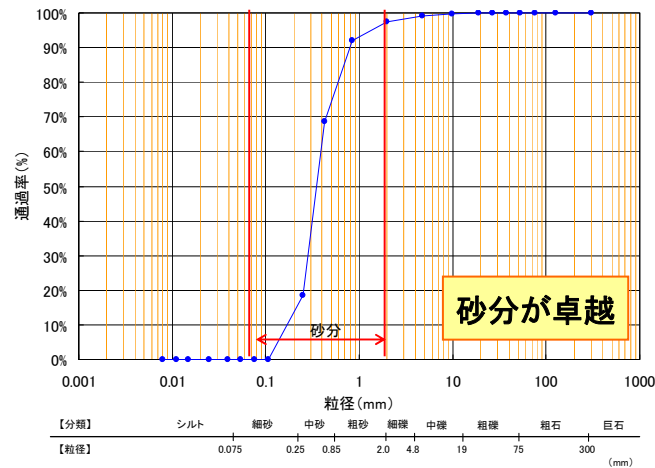


図 越戸ダムにおける維持掘削土砂の粒径加積曲線

※矢作川自然再生計画によると、河口部の干潟造成に用いる材料は、 $d_{50}=0.3 \sim 0.4\text{mm}$ 程度のものを用いることが好ましいと考えられている。

②投入する土砂の量

治水上支障の無い範囲において、最大限投入できる土砂の量を設定(上限値)

上限値から1~2万トン刻みで設定(1万 m^3 /年~上限値の範囲)

河口域の干潟形成に必要な土砂(砂分)フラックスは、米津(9.8k)にて約11万 m^3 /年(32年間)が必要であり、治水上許容できない。

③投入する土砂の位置

次の条件に当てはまる区間を抽出

- ①河川整備計画にて河道掘削・樹木伐開が予定されていないこと
- ②流下能力が十分にあること(流下能力が低い地点に投入することは難しいと想定)
- ③環境上配慮すべき区域では無いこと(例えば、アユの産卵場があったり、釣り場となっていない、等)

土砂投入地点(案)

越戸ダム直下



ゲート付近にテラス等を設置して置き土

明治用水頭首工直下



縦断の落差が大きく、掃流力が期待できる可能性がある

天神橋(29k)下流



アユの産卵場や漁業権が設定されている区間は上流に位置

河口(4k)付近



干潟形成区間に近く、干潟形成への直接的効果が期待できる

6.5 現況河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

■ 現況河道時点において、矢作ダムからの排砂による土砂供給(ダム群領域シナリオ3-1)のみでは土砂管理目標の達成が困難な区間に対し、人為的土砂投入を行うことが可能かどうか、感度分析を実施した。

- ①越戸ダム直下での投入は、明治用水頭首工までで堆積し、治水安全度の低下、維持掘削量の増加となり困難。
- ②明治用水頭首工直下での投入は、アユの産卵場にて堆積するため困難。
- ③天神橋での投入は、21～29k区間に対し効果的であるが、一方で下流区間の整備計画河道改修における掘削量及び諸費用が増加。
- ④河口付近の投入は、河口の干潟造成に効果的であり、また、治水及び環境の観点からは実施可能。

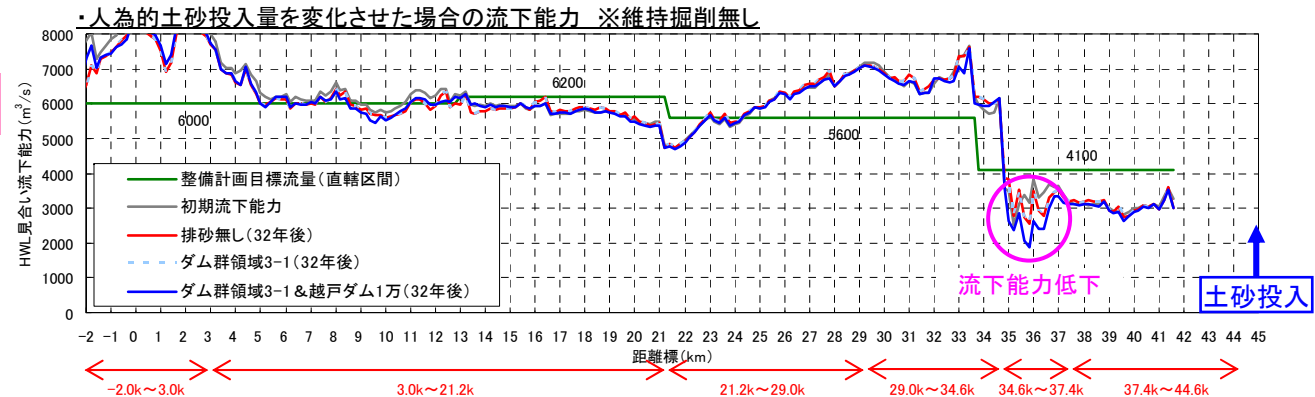
⇒現況河道時点においては、河口付近または天神橋(整備計画河道掘削費用の増加を許容する場合)での人為的投入が考えられる。

①越戸ダム直下での土砂投入

現況河道では旧明治用水頭首工が
存置されており、投入土砂が堆積

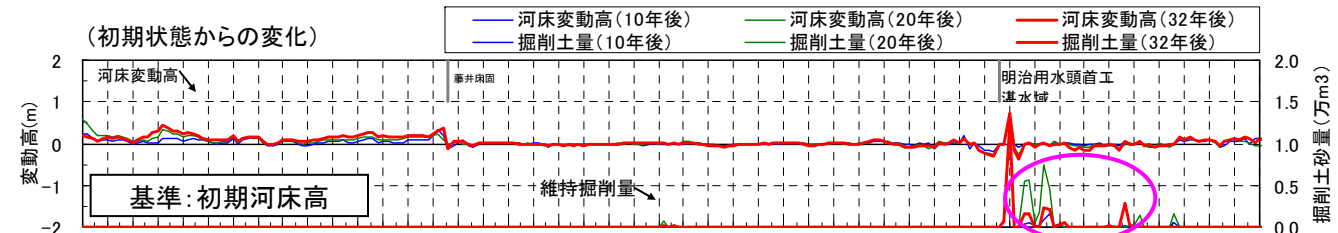


治水上投入可能となる最大量
⇒ 0万 m^3 /年

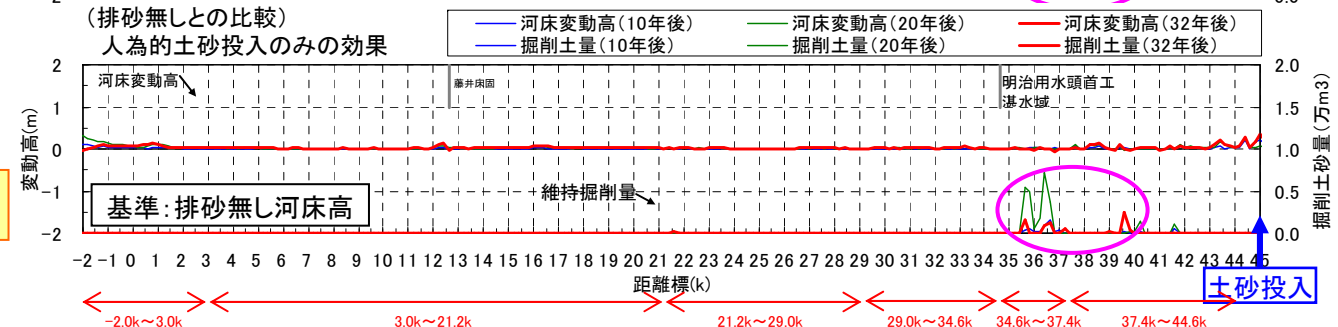


・人為的土砂投入量1万 m^3 /年とした場合

(初期状態からの変化)



(排砂無しとの比較)
人為的土砂投入のみの効果



明治用水頭首工湛水域で堆積

人為的土砂供給を
行うことができない

6.5 現況河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

②明治頭首工直下での土砂投入

人為的土砂投入量 $6\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合、31k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る



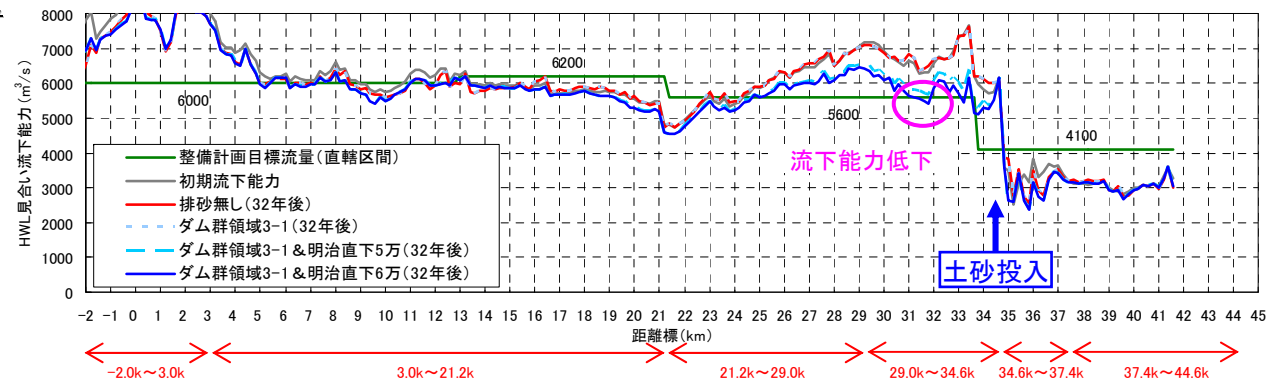
治水上投入可能となる最大量
⇒ $5\text{万m}^3/\text{年}$ まで可

アユ産卵場付近にて土砂(砂分)が堆積する

※堆積する土砂は粒径 $0.2\sim 0.9\text{ミリ}$ 程度であり、死卵率が高くなるおそれがある。

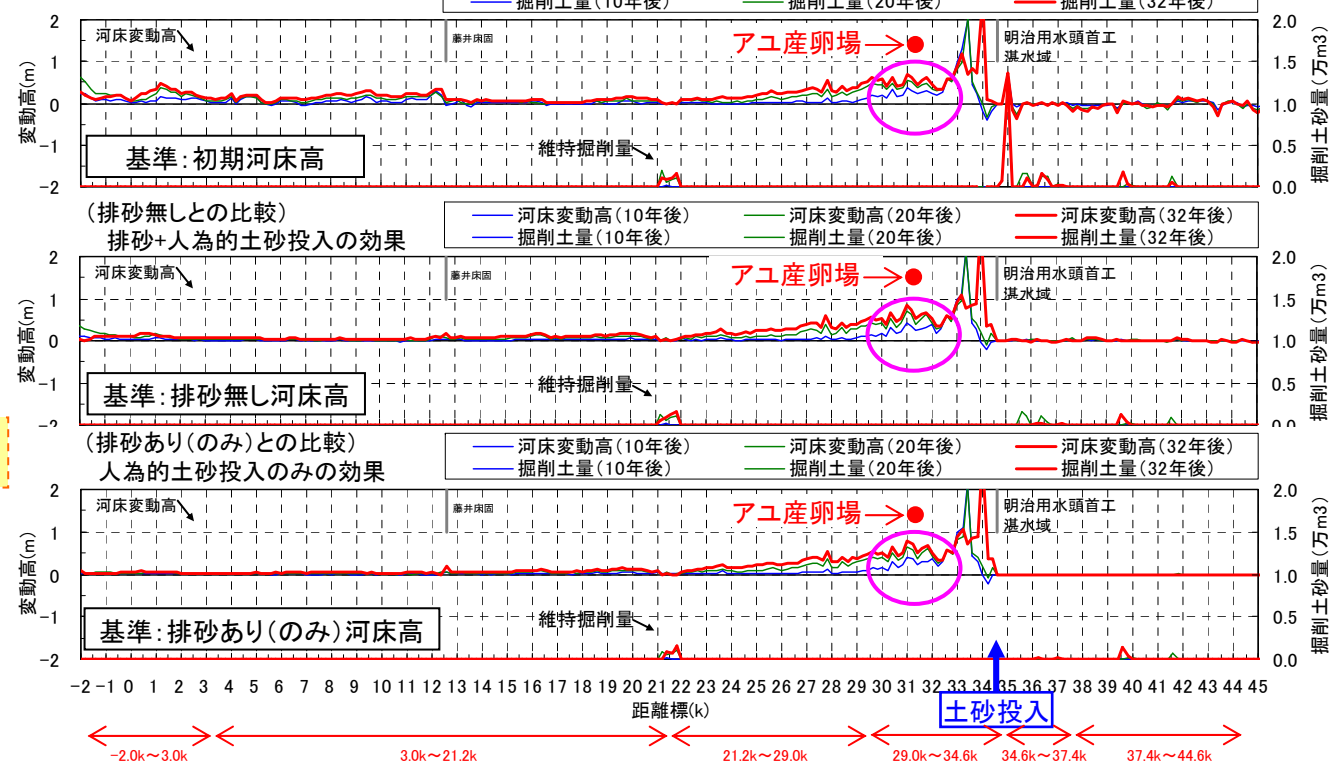
現状では人為的土砂供給を行うことが難しい

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無し



・人為的土砂投入量 $5\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合

(初期状態からの変化)



6.5 現況河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

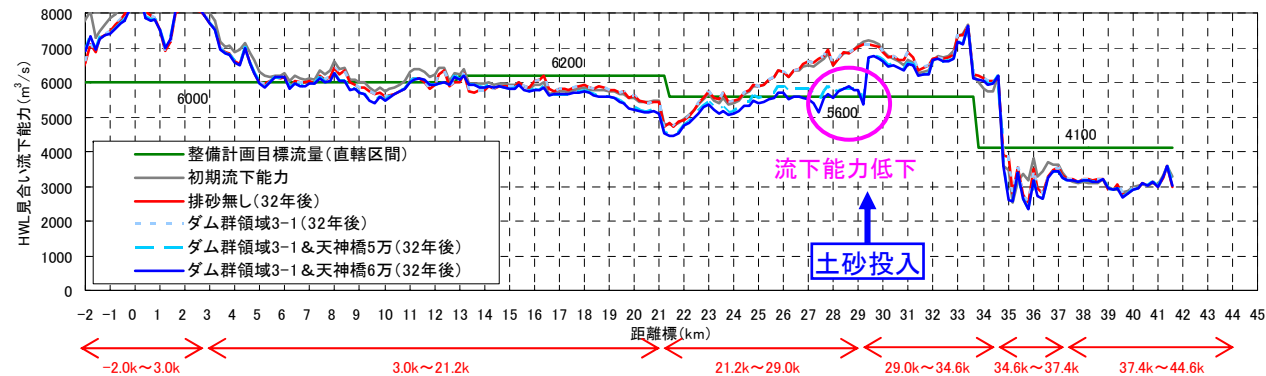
③天神橋(29k)での土砂投入

人為的土砂投入量 $6\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合、26～29k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る



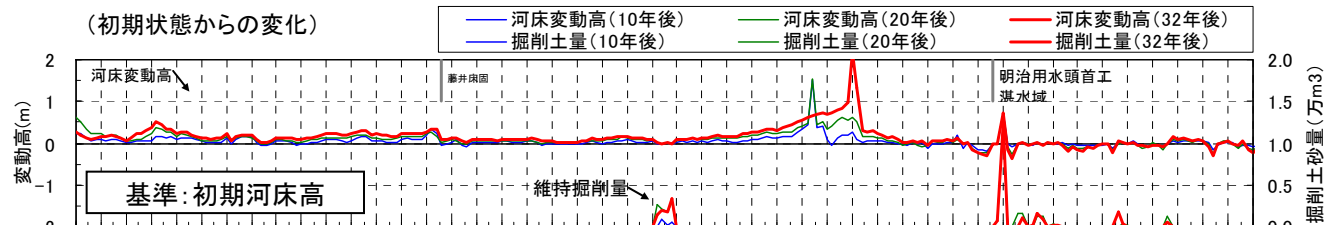
治水上投入可能となる最大量
⇒ $5\text{万m}^3/\text{年}$ まで可

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無し

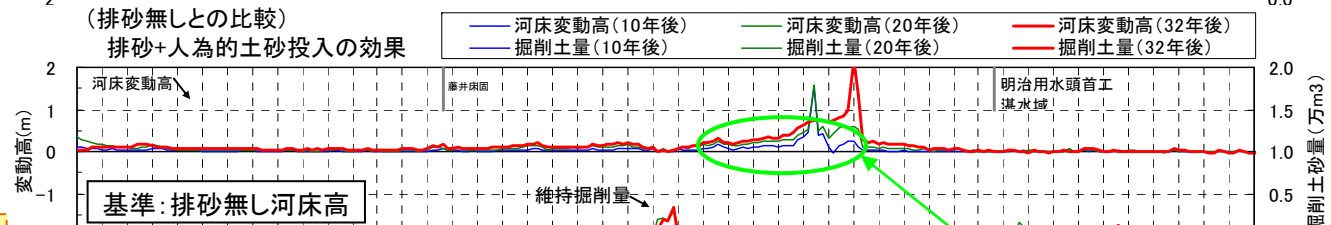


・人為的土砂投入量 $5\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合

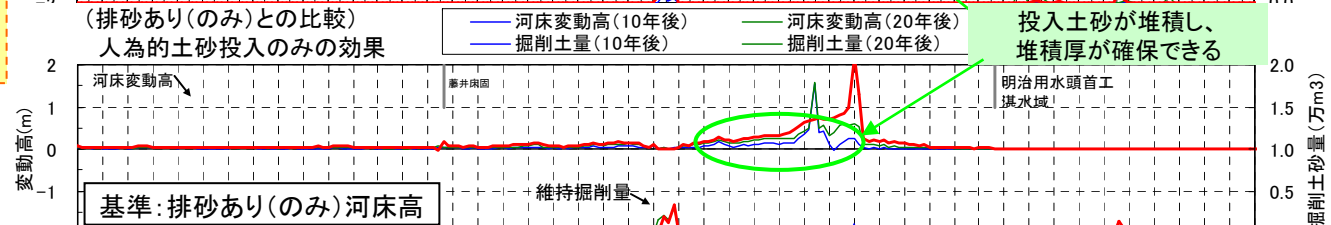
(初期状態からの変化)



(排砂無しとの比較)
排砂+人為的土砂投入の効果



(排砂あり(のみ)との比較)
人為的土砂投入のみの効果



河川整備計画での河道掘削箇所にて、堆積土砂量が増加する

河道掘削箇所において堆積土砂量が増加するが、人為的土砂供給を行うことは可能

投入土砂が堆積し、堆積厚が確保できる

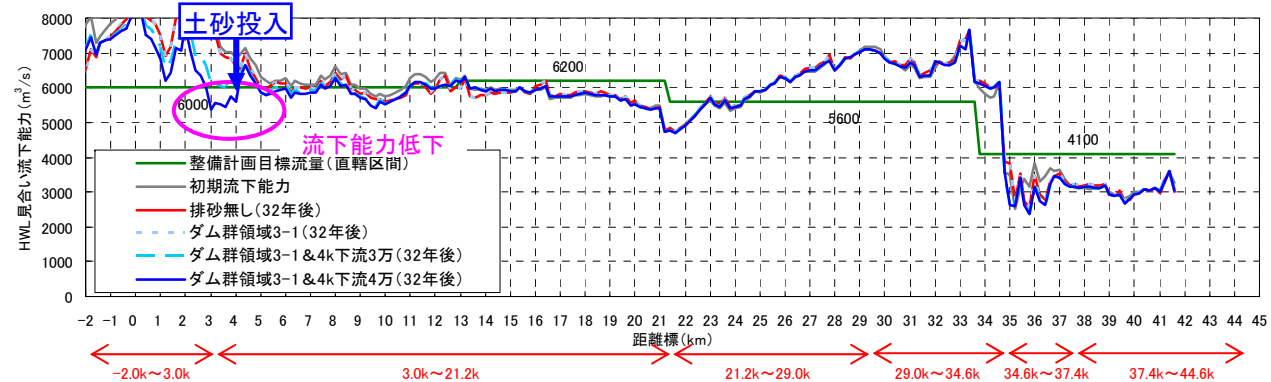
6.5 現況河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

④河口(4k付近)での土砂投入

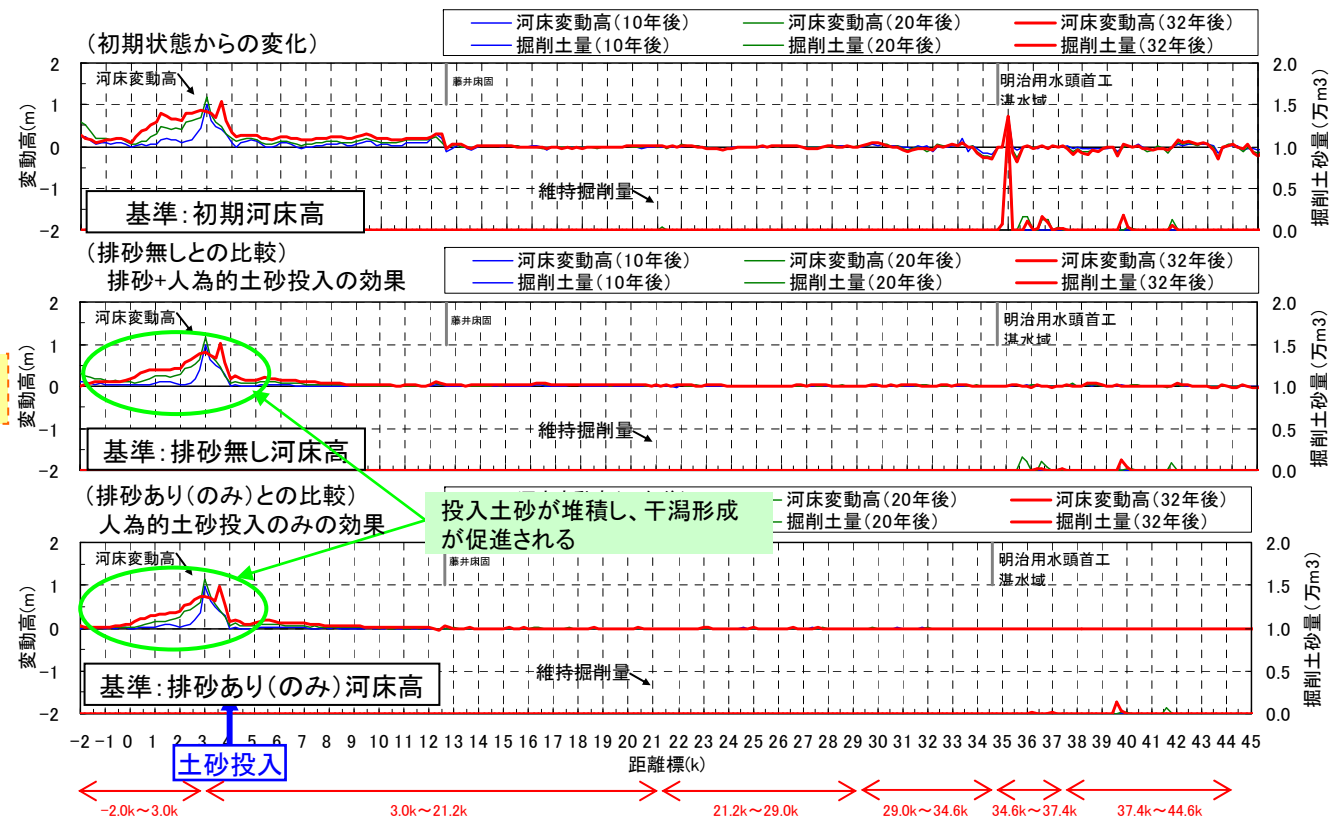
人為的土砂投入量 $4\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合、3~7k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る

治水投入可能となる最大量
⇒ $3\text{万m}^3/\text{年}$ まで可

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無し



・人為的土砂投入量 $3\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合



人為的土砂供給を行うことが可能

6.5 現況河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

■ 現況河道における土砂管理シナリオを評価した。

・天神橋下流(29k)に人為的土砂投入を実施した場合

(利点) 21.2~29.0k区間の目標達成率が、他シナリオよりも高い

(欠点) 整備計画河道掘削区間に堆積し、投入した土砂を除去する可能性がある

⇒土砂投入の妥当性が低いことから有力シナリオとはしない。

・河口付近(4k付近)に人為的土砂投入を実施した場合

(利点) -2~3k区間において効果が高い

(欠点) 特に無し

⇒河口付近に人為的土砂投入を実施することとし、目標達成率が高いシナリオⅡ-1-2を有力シナリオ(案)とする。

＜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																							有力案				
						経済性、社会的影響評価等																目標達成率(達成した延長/区間延長)											
	維持掘削	人為的土砂投入量 (万m ³ /年)				治水安全度	維持掘削費用 (億円/100年)			土砂投入費用※3 (億円/100年)	CO ₂ 排出量 (万kg-CO ₂ /年)		トラック通過台数※3 (台/年)		通過土砂量[左:全土砂、右:砂分] (万m ³ /年)				維持掘削量 (万m ³ /年)		整備計画掘削区間における堆積土砂増分※4 (万m ³)	-2.0k ~ 3.0k	3.0k~21.2k	21.2k~29.0k	29.0k ~ 34.6k	34.6k ~ 37.4k	37.4k ~ 44.6k	44.6k ~ 45.0k					
		越戸ダム直下	明治用水直下	天神橋下流	河口付近		掘削	運搬	合計		維持掘削	土砂投入	維持掘削	土砂投入	越戸ダム	明治頭首工	乙川合流点	明治用水頭首工上流	明治用水頭首工下流	代表粒径		堆積厚	代表粒径	堆積厚	代表粒径	堆積厚	代表粒径	堆積厚					
排砂無し	無し	-	-	-	×	0.0	0.0	0.0	0.0 _α	0.00	0.00	0	0	9.3	0.7	9.6	0.9	10.8	1.6	0.0	0.0	-	32%	50%	0%	0%	0%	100%	31%	100%	100%		
排砂無し	あり	-	-	-	○	8.9	30.5	39.4	0.0 _α	3.12	0.00	4,447	0	9.3	0.7	9.6	0.9	10.8	1.6	1.6	0.1	2.1	32%	49%	0%	0%	0%	100%	92%	100%	100%		
排砂あり	あり	-	-	-	○	11.4	39.2	50.6	0.0 _α	4.00	0.00	5,713	0	12.7	3.3	12.5	3.0	13.6	3.6	2.1	0.1	4.6	40%	69%	0%	0%	0%	100%	92%	100%	100%		
現Ⅱ-1-1	あり	0.0	0.0	0.0	1.0	○	11.4	39.2	50.6	0.4 _α	4.01	9.11	5,716	2,650	12.7	3.3	12.5	3.0	13.6	3.6	2.1	0.1	5.0	51%	70%	4%	0%	0%	100%	92%	100%	100%	○
現Ⅱ-1-2	あり	0.0	0.0	0.0	3.0	○	11.4	39.2	50.6	1.2 _α	4.00	27.32	5,715	7,950	12.7	3.3	12.5	3.0	13.6	3.6	2.1	0.1	5.7	75%	70%	6%	0%	0%	100%	92%	100%	100%	◎
現Ⅱ-2-1	あり	0.0	0.0	1.0	0.0	○	12.4	47.1	59.5	0.2 _α	5.01	3.55	6,224	2,650	12.7	3.3	12.5	3.0	14.3	4.3	2.1	0.3	7.8	43%	91%	0%	5%	0%	100%	92%	100%	100%	
現Ⅱ-2-2	あり	0.0	0.0	3.0	0.0	○	13.2	52.7	65.9	0.7 _α	5.73	10.66	6,590	7,950	12.7	3.3	12.5	3.0	14.7	4.7	2.1	0.4	9.5	44%	97%	0%	44%	13%	100%	92%	100%	100%	
現Ⅱ-2-3	あり	0.0	0.0	5.0	0.0	○	14.5	62.9	77.4	1.2 _α	7.02	17.77	7,246	13,250	12.7	3.3	12.5	3.0	15.1	5.2	2.1	0.6	11.3	46%	99%	0%	90%	36%	100%	92%	100%	100%	

※1:ダム領域シナリオは3-1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:土砂投入のための搬路の整備や置き土地の整地等の費用は見込んでいない。

※3:投入土砂の運搬元は、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:整備計画掘削区間における堆積土砂増分は一次元解析による平均河床高から算出した。横断方向は考慮できないため概算値である。

※目標達成率は、必要堆積厚に対し各区間の目標達成延長を求め、区間総延長で除した値としている。

第一位
第二位

60%以上
80%以上
100%

投入した土砂を、整備計画河道掘削にて除去する量が多い。

6.5 現況河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

■ 各シナリオにおける目標達成率を確認した。

①-2.0k～3.0k

・河口付近に人為的土砂供給をすることで目標達成率が向上する。特に、3万m³/年投入した場合、目標達成率は75%。

②3.0k～21.2k

・排砂によって代表粒径に関する目標達成率は69%に達し、天神橋に人為的土砂供給をする場合、概ね9割超。

③21.2k～29.0k

・排砂をしても堆積厚は改善されないが、天神橋に人為的土砂供給をすることで改善の兆しを確認。

④29.0k～34.6k

・目標の達成が可能(現状維持)。

⑤34.6k～37.4k

・維持掘削を行うことで、概ね目標の達成が可能。

⑥37.4k～44.6k

・目標の達成が可能(現状維持)。

⑦44.6k～45.0k

・目標の達成が可能(現状維持)。

＜各シナリオにおける目標達成率(32年後)のまとめ:現況河道＞

河川領域 シナリオ	条件					治水 安全度	土砂管理目標達成状況																	
							①-2.0k ～3.0k		②3.0k～21.2k(乙川合流点)				③21.2k(乙川合流点)～29.0k(天神橋)				④29.0k(天神橋)～ 34.6k(明治用水頭首 工)		⑤34.6k(明治用水頭 首工)～37.4k(湛水 域)		⑥37.4k(湛水域)～ 44.6k(平戸橋)		⑦44.6k～45.0k	
	維持 掘削	人為的土砂投入量 (万m ³ /年)					多様な生態系を有す る干潟を回復	河道内で広くみお筋が移動できる環境を持 続				二極化の進行及び砂州の樹林化を抑制				現在の河床材料構 成を持続		土砂を堆積させない		現在の河床材料構 成を持続		土砂を堆積させない		
		越戸ダム 直下	明治用水 直下	天神橋 下流	河口付近		干潟面積 (ha)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 堆積厚 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 堆積厚 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 河床高 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 河床高 (m)	目標 達成率 (%)
排砂無し	無し	-	-	-	-	○	19.2	32%	2.1	50%	0.05	0%	5.24	0%	-0.03	0%	9.8	100%	0.14	31%	47.4	100%	-0.08	100%
排砂無し	あり	-	-	-	-	○	19.3	32%	2.1	49%	0.04	0%	5.35	0%	-0.03	0%	10.4	100%	0.00	92%	50.1	100%	-0.08	100%
排砂あり	あり	-	-	-	-	○	24.2	40%	1.9	69%	0.07	0%	5.02	0%	-0.02	0%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%
現Ⅱ-1-1	あり	0.0	0.0	0.0	1.0	○	30.7	51%	1.8	70%	0.09	4%	4.99	0%	-0.02	0%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%
現Ⅱ-1-2	あり	0.0	0.0	0.0	3.0	○	45.0	75%	1.8	70%	0.14	6%	5.00	0%	-0.02	0%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%
現Ⅱ-2-1	あり	0.0	0.0	1.0	0.0	○	25.8	43%	1.4	91%	0.10	0%	3.96	5%	-0.01	0%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%
現Ⅱ-2-2	あり	0.0	0.0	3.0	0.0	○	26.6	44%	1.1	97%	0.12	0%	4.42	44%	0.16	13%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%
現Ⅱ-2-3	あり	0.0	0.0	5.0	0.0	○	27.6	46%	1.0	99%	0.13	0%	1.19	90%	0.33	36%	10.2	100%	0.00	92%	44.5	100%	-0.09	100%

※目標達成率は、必要堆積厚に対し各区間の目標達成延長を求め、区間総延長で除した値としている。

60%以上 80%以上 100%

6.5 現況河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

- 各シナリオについて、32年後の代表粒径(D_{60})の回復状況を確認した。
 - ・シナリオ現Ⅱ-2-1～現Ⅱ-2-3は、他シナリオに比べ細粒化する進行速度が速く、②3.0k～21.2kの区間においては概ね全区間が砂分となると予測。また、人為的土砂投入を5万 m^3 /年とした場合、③21.2k～29.0kで粗粒化の解消が促進されやすくなると予測。
- 各シナリオについて、32年後の堆積厚の状況を確認した。
 - ・シナリオ現Ⅱ-1-2は、他シナリオに比べ河口域で堆積する速度が速く、干潟が形成されやすくなるものと予測。
 - ・シナリオ現Ⅱ-2-1～現Ⅱ-2-3は、他シナリオに比べ、③21.2k～29.0kの区間で堆積する速度が速く、二極化が抑制されやすくなるものと予測。

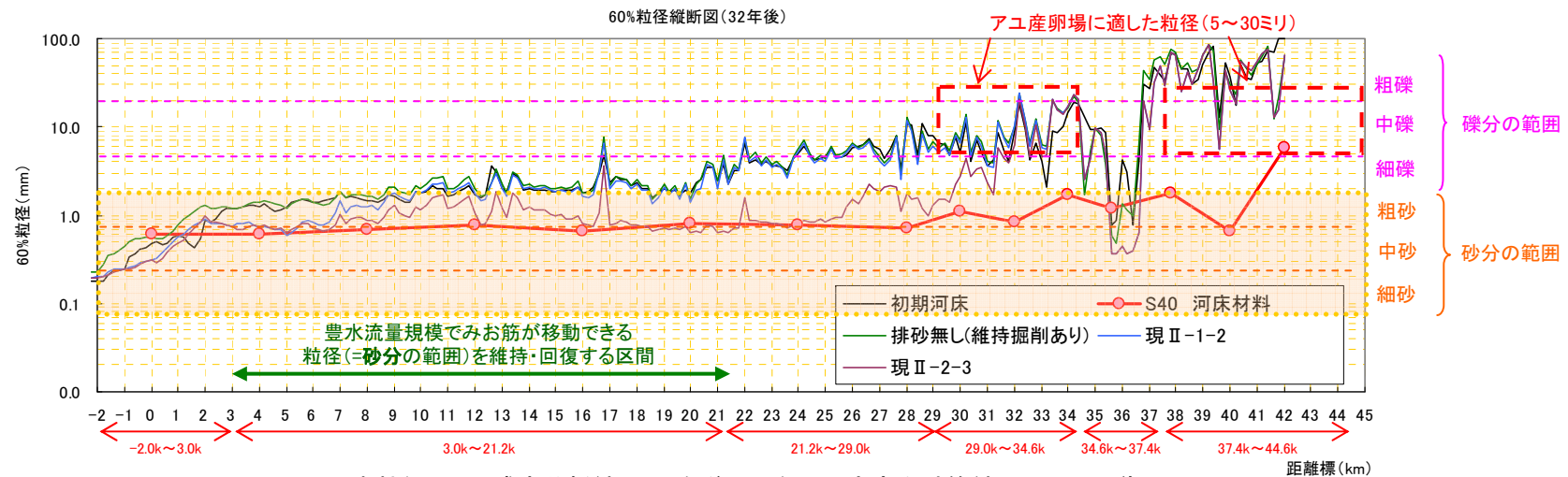


図 代表粒径 D_{60} の感度分析結果(32年後、一次元河床変動計算結果、現況河道)

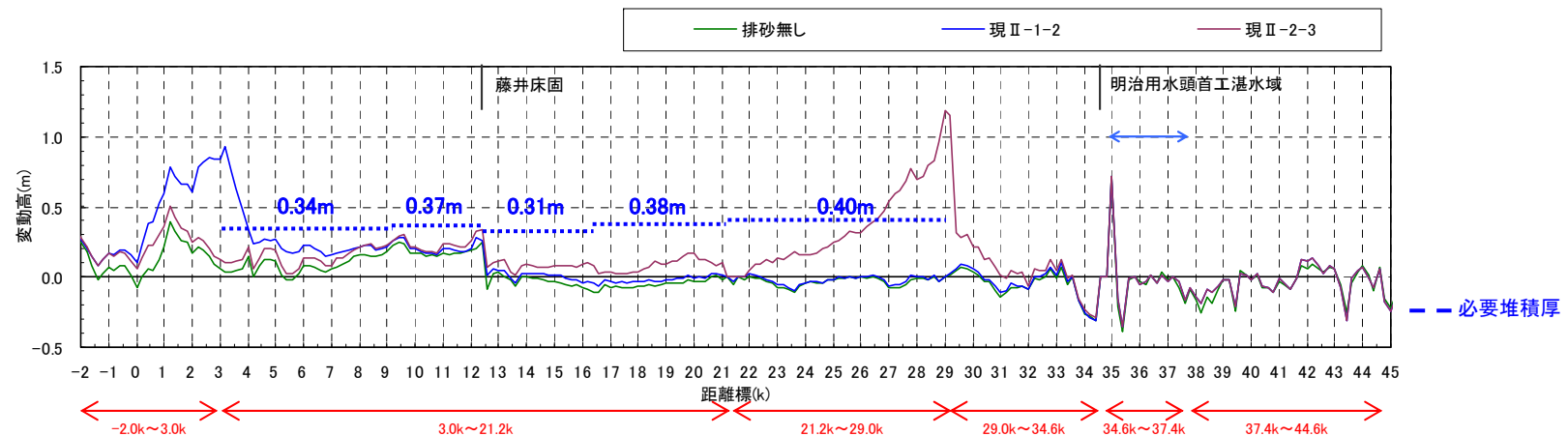


図 堆積厚[河床変動高]の感度分析結果(32年後、一次元河床変動計算結果、現況河道)

6.5 現況河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

■ 現況河道において、人為的土砂投入を行わない区間に対する対策案を整理した。

① 21.2～29.0k区間

・天神橋下流(29k)に砂礫を投入することで改善する可能性があるため、今後、投入に最適な粒径及び投入方法を検討する。

② 29.0～34.6k区間

・アユの産卵場があるため土砂(砂分)投入が困難であるが、粒径5mm～30mm程度の砂礫を明治用水頭首工直下に投入することにより、二極化進行の軽減が図られる可能性がある。

・ただし、これら砂礫の確保が不透明であること、また、現在用いている一次元河床変動解析では産卵場や餌場への影響が把握できないことから、本年度のプラン(案)では今後の課題とし、次年度以降に詳細を検討する。

明治用水頭首工直下(34.6k)に、砂礫(5mm～30mm, $D_{60}=10\text{mm}$)を人為的に投入した場合

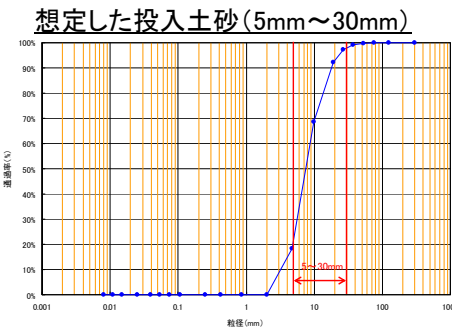
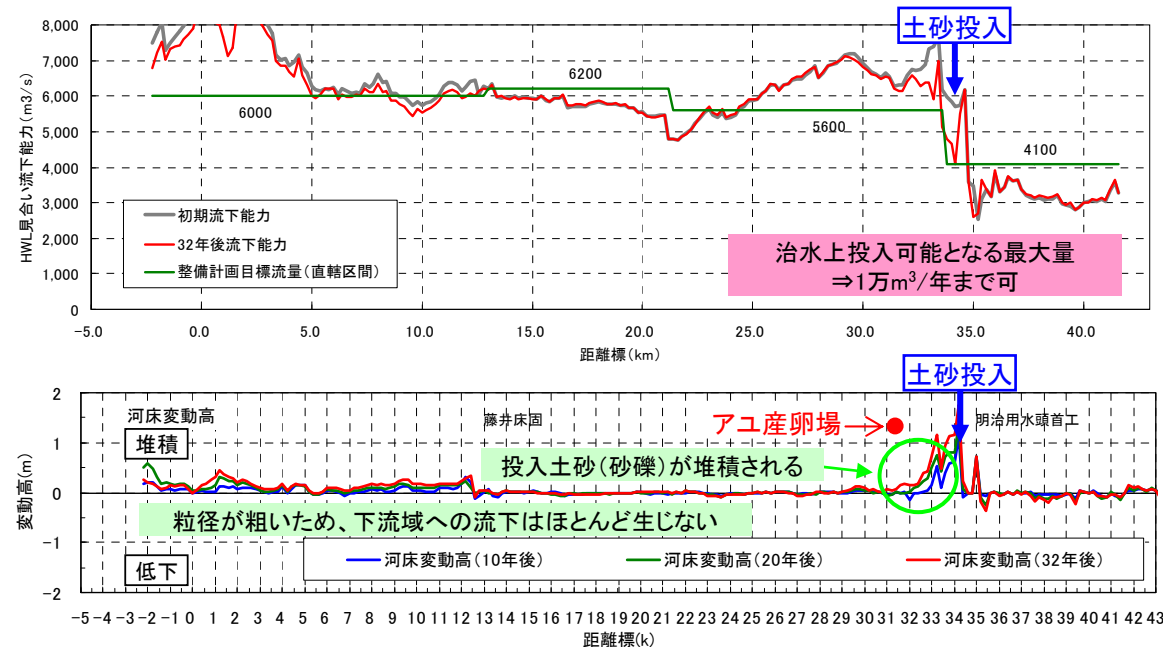


図 粒径加積曲線(砂礫)

1万 m^3 /年程度の人為的土砂(砂礫)投入を行うことが可能



6.5 整備計画河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

■ 現況河道時点ですでにできる範囲で「目指すべき姿」に近づいた後、河川整備計画(河道掘削・樹木伐開等)を踏まえて、人為的土砂投入を行うことが可能かどうか、感度分析を実施した。

- ①越戸ダム直下での投入は、明治用水頭首工までで堆積するため困難。
- ②明治用水頭首工直下での投入は、アユの産卵場にて堆積するため困難。
- ③天神橋での投入は、治水及び環境の観点からは実施可能。
- ④河口付近の投入は、治水及び環境の観点からは実施可能。

⇒整備計画河道時点においては、河口付近及び天神橋での人為的投入が考えられる。

①越戸ダム直下での土砂投入

現況河道では旧明治用水頭首工が
存置されており、投入土砂が堆積



治水上投入可能となる最大量
⇒ 0万 m^3 /年

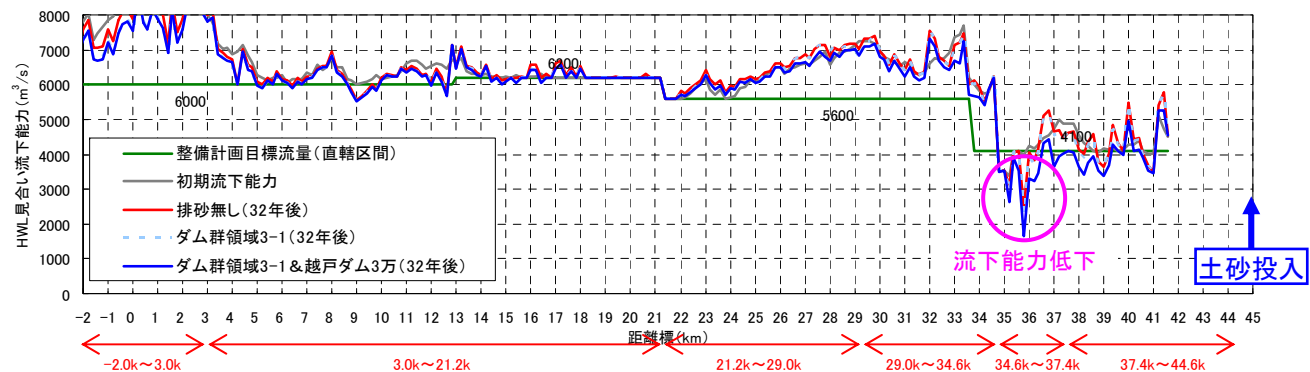
明治用水頭首工湛水域で堆積



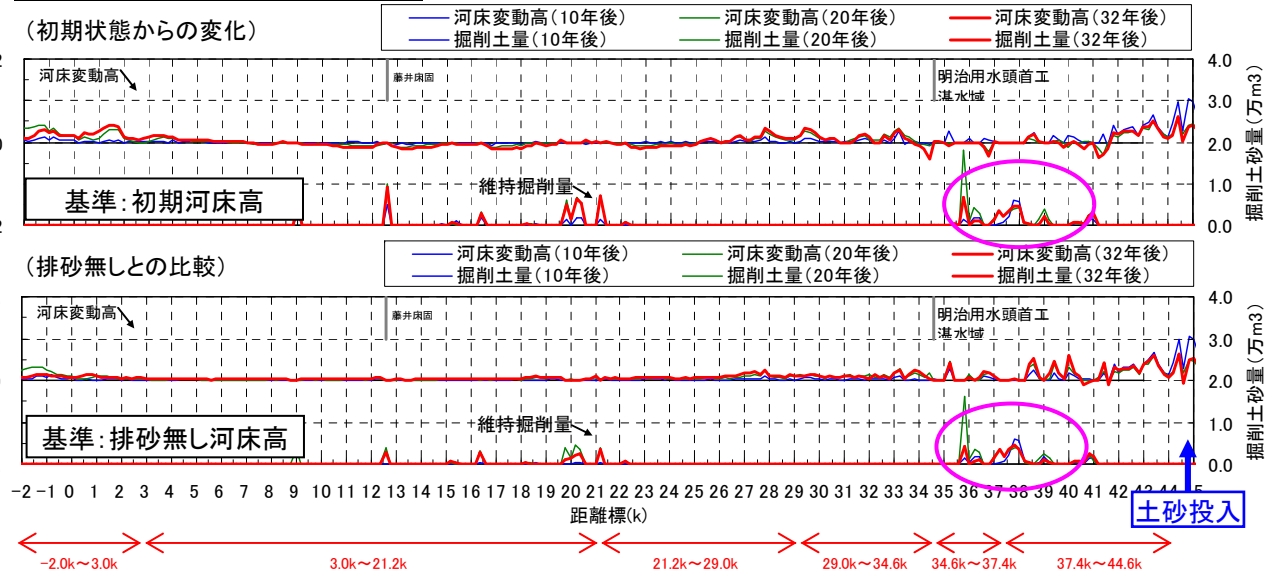
投入土砂の半分以上を維持掘削
することとなる

人為的土砂供給を
行うことは難しい

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無しとした場合



・人為的土砂投入量1万 m^3 /年とした場合



6.5 整備計画河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

②明治頭首工直下での土砂投入

人為的土砂投入量 $6\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合、31k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る



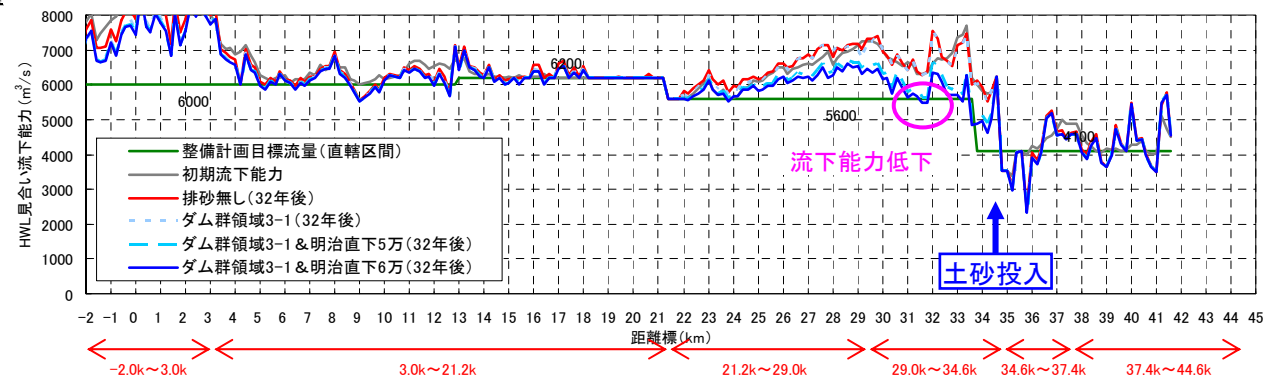
治水投入可能となる最大量
⇒ $5\text{万m}^3/\text{年}$ まで可

アユ産卵場付近にて土砂(砂分)が堆積する

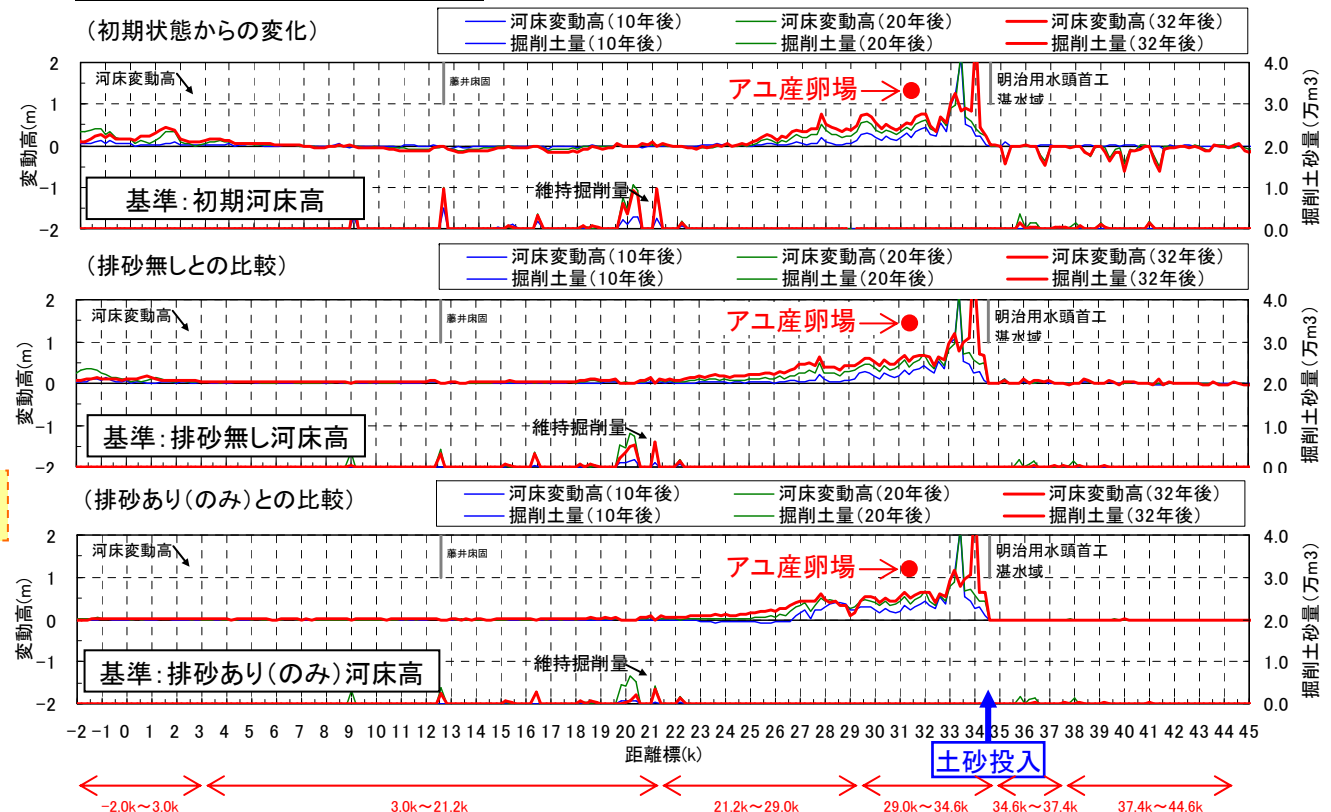
※堆積する土砂は粒径 $0.2\sim 0.9\text{ミリ}$ 程度であり、死卵率が高くなるおそれがある。

現状では人為的土砂供給を行うことが難しい

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無しとした場合



・人為的土砂投入量 $5\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合



6.5 整備計画河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

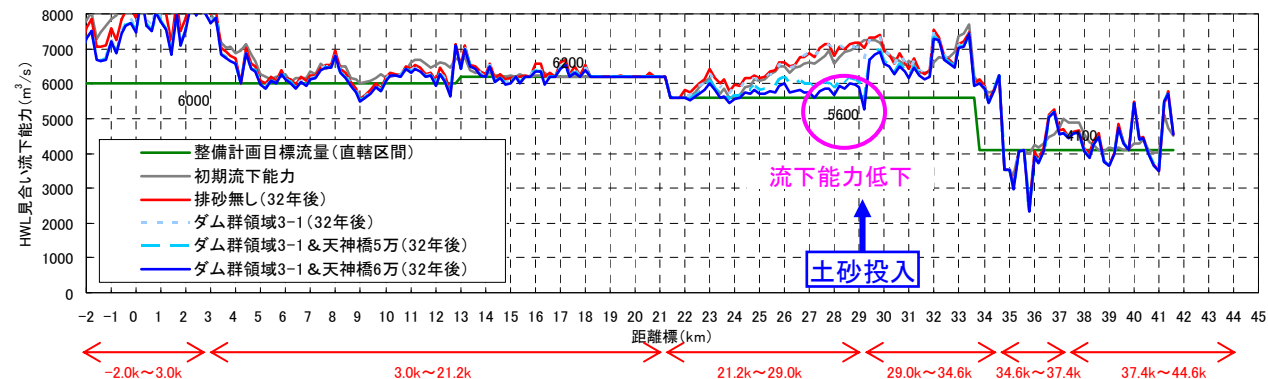
③天神橋(29k)での土砂投入

人為的土砂投入量 $6\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合、26~29k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る



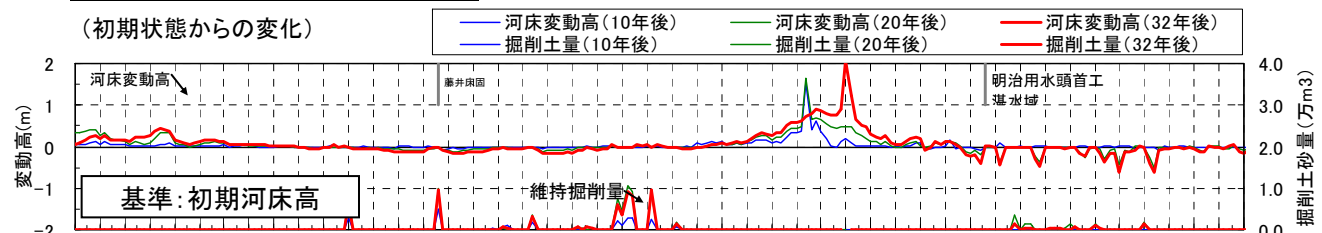
治水上投入可能となる最大量
⇒ $5\text{万m}^3/\text{年}$ まで可

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無しとした場合

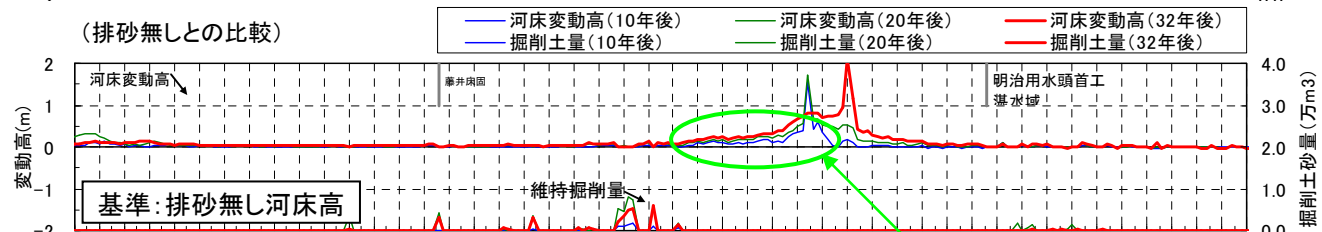


・人為的土砂投入量 $5\text{万m}^3/\text{年}$ とした場合

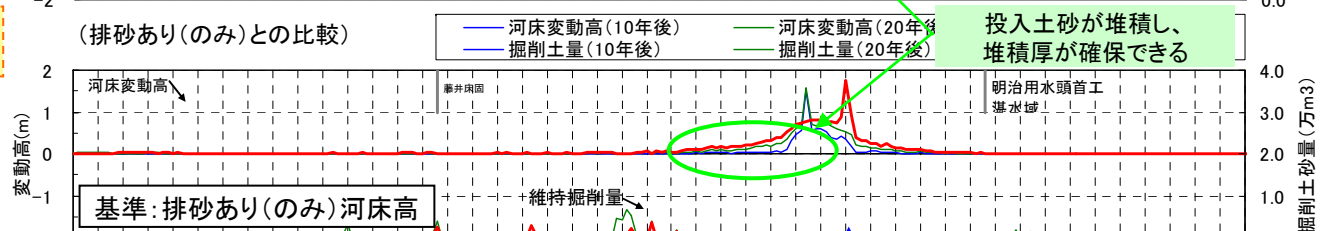
(初期状態からの変化)



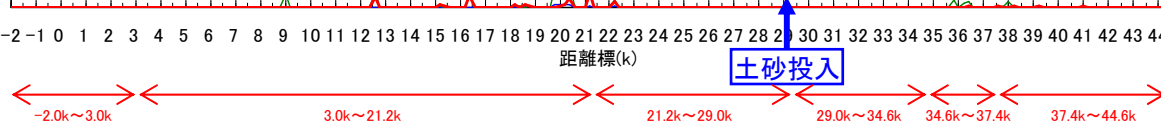
(排砂無しとの比較)



(排砂あり(のみ)との比較)



人為的土砂供給を
行うことが可能



6.5 整備計画河道における対策手法(人為的土砂投入)の条件設定

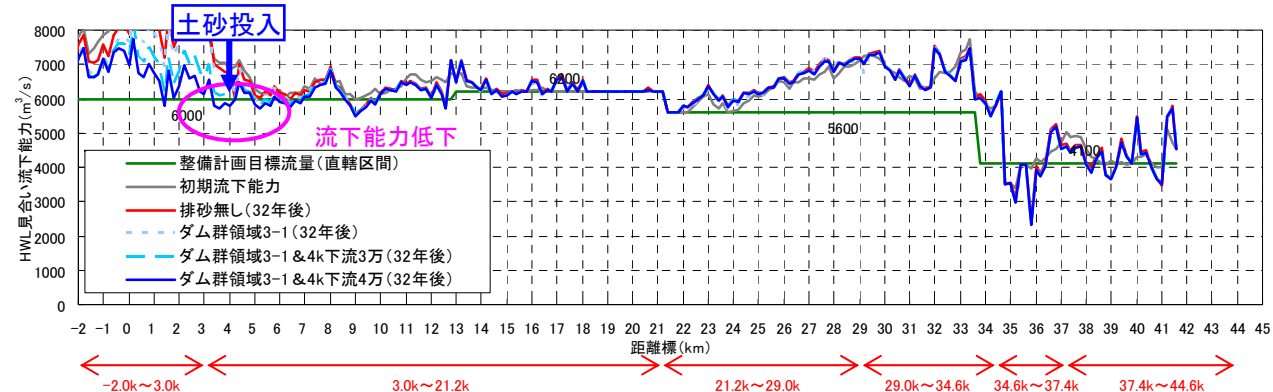
④河口(4k付近)での土砂投入

人為的土砂投入量4万 m^3 /年とした場合、3～7k付近で流下能力が整備計画目標流量を下回る



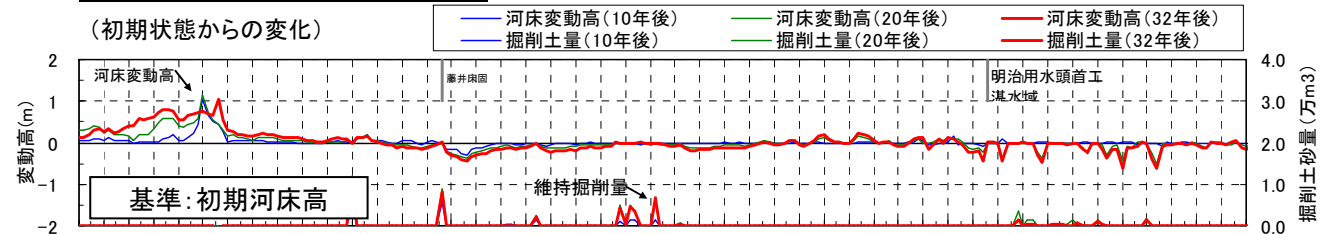
治水上投入可能となる最大量
⇒ 3万 m^3 /年まで可

・人為的土砂投入量を変化させた場合の流下能力 ※維持掘削無しとした場合

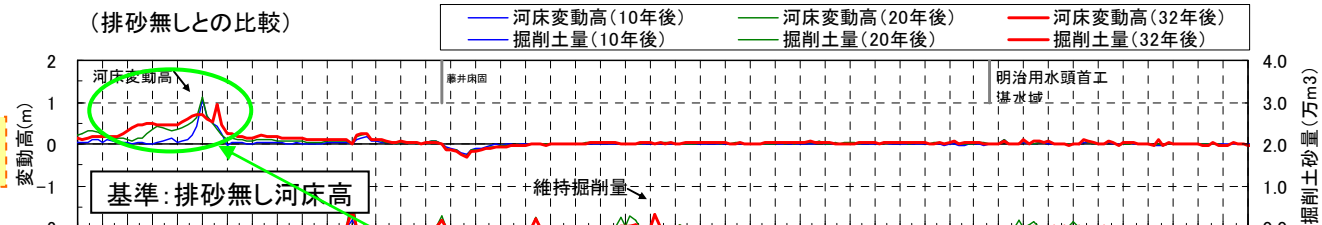


・人為的土砂投入量3万 m^3 /年とした場合

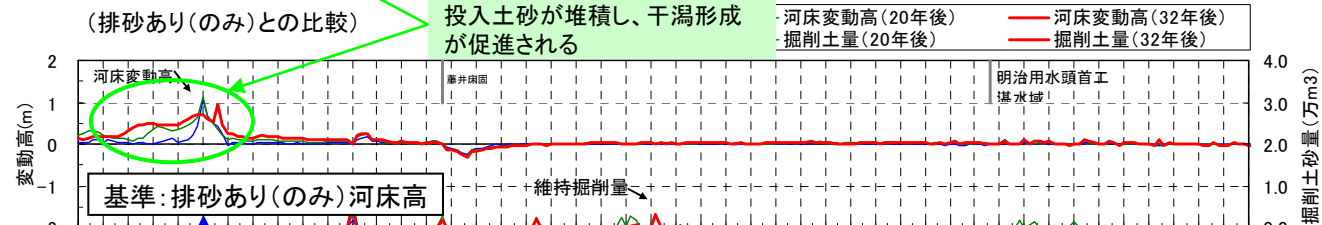
(初期状態からの変化)



(排砂無しとの比較)



(排砂あり(のみ)との比較)



人為的土砂供給を行うことが可能

土砂投入



6.5 整備計画河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

■ 整備計画河道における土砂管理シナリオを評価した。

・天神橋下流への人為的土砂(砂分)投入

(利点) 3.0～21.2k区間及び21.2～29.0k区間において他よりも達成率が高い。

(欠点) 維持掘削量が増加する。

⇒本年度においては、目標達成率が最も高いシナリオⅡ-2-3を有力シナリオ(案)とする。

・河口付近への人為的土砂(砂分)投入

(利点) -2.0～3.0k区間において他よりも達成率が高い。

<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																									有力案	
						経済性、社会的影響評価等																	目標達成率(達成した延長/区間延長)									
	維持掘削	人為的土砂投入量 (万m³/年)				治水 安全度	維持掘削費用 (億円/100年)			土砂投入 費用※3 (億円/100年)	CO2排出量 (万kg-CO₂/年)		トラック通過台数※3 (台/年)		通過土砂量 [左:全土砂、右:砂分] (万m³/年)				維持掘削量 (万m³/年)		2.0k ~ 3.0k	3.0k~21.2k		21.2k~ 29.0k		29.0k ~ 34.6k	34.6k ~ 37.4k	37.4k ~ 44.6k	44.6k ~ 45.0k			
		越戸ダム 直下	明治用水 直下	天神橋下 流	河口付近		掘削	運搬	合計		維持掘 削	土砂投 入	維持掘 削	土砂投 入	越戸ダム	明治頭首工	乙川合流点	明治用水 頭首工 上流	明治用水 頭首工 下流	代表 粒径		堆積 厚	代表 粒径	堆積 厚								
排砂無し	無し	-	-	-	-	×	0.0	0.0	0.0	0.0 _α	0.00	0.00	0	0	9.3	0.7	10.0	1.1	11.2	1.8	0.0	0.0	41%	42%	13%	0%	0%	100%	46%	100%	100%	
排砂無し	あり	-	-	-	-	○	18.4	130.0	148.3	0.0 _α	16.32	0.00	9,179	0	9.3	0.7	10.0	1.1	11.2	1.8	0.5	3.0	40%	57%	1%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	
排砂あり	あり	-	-	-	-	○	23.9	169.8	193.7	0.0 _α	21.33	0.00	11,947	0	12.7	3.3	13.2	3.5	14.9	4.8	0.6	3.9	52%	70%	1%	1%	0%	100%	100%	100%	100%	
計Ⅱ-1-1	あり	0.0	0.0	0.0	1.0	○	16.4	112.0	128.4	0.4 _α	18.20	9.11	10,366	2,650	12.7	3.3	13.2	3.5	14.1	4.0	0.6	3.3	63%	73%	3%	3%	0%	100%	100%	100%	100%	
計Ⅱ-1-2	あり	0.0	0.0	0.0	3.0	○	8.7	52.5	61.2	1.2 _α	19.11	27.32	10,825	7,950	12.7	3.3	13.2	3.5	14.1	4.0	0.6	3.4	93%	76%	7%	3%	0%	100%	100%	100%	100%	
計Ⅱ-2-1	あり	0.0	0.0	1.0	0.0	○	23.9	169.8	193.7	0.2 _α	21.33	3.55	11,947	2,650	12.7	3.3	13.2	3.5	14.9	4.8	0.6	3.9	52%	84%	1%	15%	0%	100%	100%	100%	100%	
計Ⅱ-2-2	あり	0.0	0.0	3.0	0.0	○	26.5	189.8	216.3	0.7 _α	23.88	10.66	13,241	7,950	12.7	3.3	13.2	3.5	15.5	5.4	0.6	4.4	53%	89%	1%	33%	3%	100%	100%	100%	100%	
計Ⅱ-2-3	あり	0.0	0.0	5.0	0.0	○	28.6	206.1	234.7	1.2 _α	25.95	17.77	14,307	13,250	12.7	3.3	13.2	3.5	16.0	5.9	0.6	4.8	54%	92%	1%	67%	31%	100%	100%	100%	100%	◎

※1:ダム領域シナリオは3-1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:土砂投入のための搬路の整備や置き土地等の費用は見込んでいない。

※3:投入土砂の運搬元は、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:整備計画掘削区間における堆積土砂増分は一次元解析による平均河床高から算出した。横断方向は考慮できないため概算値である。

※目標達成率は、必要堆積厚に対し各区間の目標達成延長を求め、区間総延長で除した値としている。

第一位
第二位

60%以上
80%以上
100%

6.5 整備計画河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

■ 各シナリオにおける目標達成率を確認した。

①-2.0k～3.0k

・河口付近に人為的土砂供給をすることで目標達成率が向上する。特に、3万m³/年投入した場合、目標達成率は93%。

②3.0k～21.2k

・排砂によって代表粒径に関する目標達成率は57%に達し、天神橋に人為的土砂供給をする場合は概ね8割超。

③21.2k～29.0k

・排砂をしても堆積厚は改善されないが、天神橋に人為的土砂供給をすることで改善の兆しを確認。

④29.0k～34.6k

・目標の達成が可能(現状維持)。

⑤34.6k～37.4k

・維持掘削を行うことで、概ね目標の達成が可能。

⑥37.4k～44.6k

・目標の達成が可能(現状維持)。

⑦44.6k～45.0k

・目標の達成が可能(現状維持)。

<各シナリオにおける目標達成率(32年後)のまとめ:整備計画河道>

河川領域 シナリオ	条件					治水 安全度	土砂管理目標達成状況																		
	維持 掘削	人為的土砂投入量 (万m³/年)					①-2.0k ～3.0k 多様な生態系を有する 干潟を回復	②3.0k～21.2k(乙川合流点) 河道内で広くみお筋が移動できる環境を持続					③21.2k(乙川合流点)～29.0k(天神橋) 二極化の進行及び砂州の樹林化を抑制				④29.0k(天神橋)～ 34.6k(明治用水頭首工) 現在の河床材料構成を持続		⑤34.6k(明治用水頭首工)～37.4k(湛水域) 土砂を堆積させない		⑥37.4k(湛水域)～ 44.6k(平戸橋) 現在の河床材料構成を持続		⑦44.6k～45.0k 土砂を堆積させない		
		越戸ダム 直下	明治用水 直下	天神橋 下流	河口付近			干潟面積 (ha)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 堆積厚 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 堆積厚 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 河床高 (m)	目標 達成率 (%)	区間平均 代表粒径 (mm)	目標 達成率 (%)	区間平均 河床高 (m)	目標 達成率 (%)
排砂無し	無し	-	-	-	-	○	25.1	42%	2.3	42%	0.16	18%	5.15	0%	0.05	3%	11.2	100%	0.22	46%	59.3	100%	-0.04	100%	
排砂無し	あり	-	-	-	-	○	24.9	41%	2.1	57%	-0.03	1%	5.65	0%	-0.03	3%	11.3	100%	-0.06	100%	58.3	100%	-0.04	100%	
排砂あり	あり	-	-	-	-	○	31.8	53%	1.7	70%	0.00	1%	4.24	1%	0.00	0%	10.1	100%	-0.03	100%	52.0	100%	-0.06	100%	
計Ⅱ-1-1	あり	0.0	0.0	0.0	1.0	○	38.7	64%	1.8	73%	0.02	7%	4.67	3%	0.00	5%	10.1	100%	-0.03	100%	52.0	100%	-0.05	100%	
計Ⅱ-1-2	あり	0.0	0.0	0.0	3.0	○	56.7	95%	1.8	76%	0.05	7%	4.67	3%	0.00	5%	10.1	100%	-0.03	100%	52.0	100%	-0.05	100%	
計Ⅱ-2-1	あり	0.0	0.0	1.0	0.0	○	31.8	53%	1.7	84%	0.00	1%	4.24	15%	0.00	0%	10.1	100%	-0.03	100%	52.0	100%	-0.06	100%	
計Ⅱ-2-2	あり	0.0	0.0	3.0	0.0	○	32.5	54%	1.5	89%	0.01	1%	3.71	33%	0.17	26%	9.1	100%	-0.03	100%	52.0	100%	-0.06	100%	
計Ⅱ-2-3	あり	0.0	0.0	5.0	0.0	○	32.9	55%	1.3	92%	0.01	1%	3.25	67%	0.34	36%	8.2	100%	-0.03	100%	51.9	100%	-0.05	100%	

※目標達成率は、必要堆積厚に対し各区間の目標達成延長を求め、区間総延長で除した値としている。

60%以上 80%以上 100%

6.5 整備計画河道での人為的土砂投入シナリオの設定・評価

- 各シナリオについて、32年後の代表粒径(D60)の回復状況を確認した。
 - ・シナリオ計Ⅱ-2-1～計Ⅱ-2-3は、他シナリオに比べ細粒化する進行速度が速く、②3.0k～21.2kにおいては概ね全区間が砂分となると予測。
また、人為的土砂投入を5万m³/年とした場合、③21.2k～29.0kで粗粒化の解消が促進されやすくなると予測。
- 各シナリオについて、32年後の堆積厚の状況を確認した。
 - ・シナリオ計Ⅱ-1-2は、他シナリオに比べ河口域で堆積する速度が速く、干潟が形成されやすくなるものと予測。
 - ・シナリオ計Ⅱ-2-1～計Ⅱ-2-3は、他シナリオに比べ、③21.2k～29.0kで堆積する速度が速く、二極化が抑制されやすくなるものと予測。

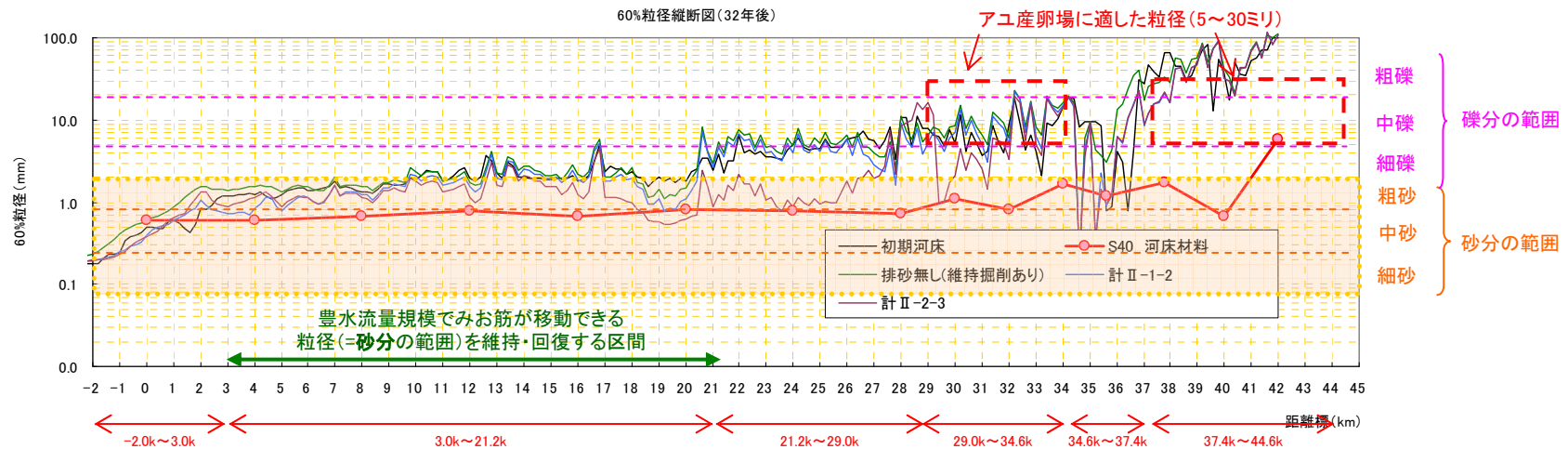


図 代表粒径D60の感度分析結果(32年後、一次元河床変動計算結果、整備計画河道)

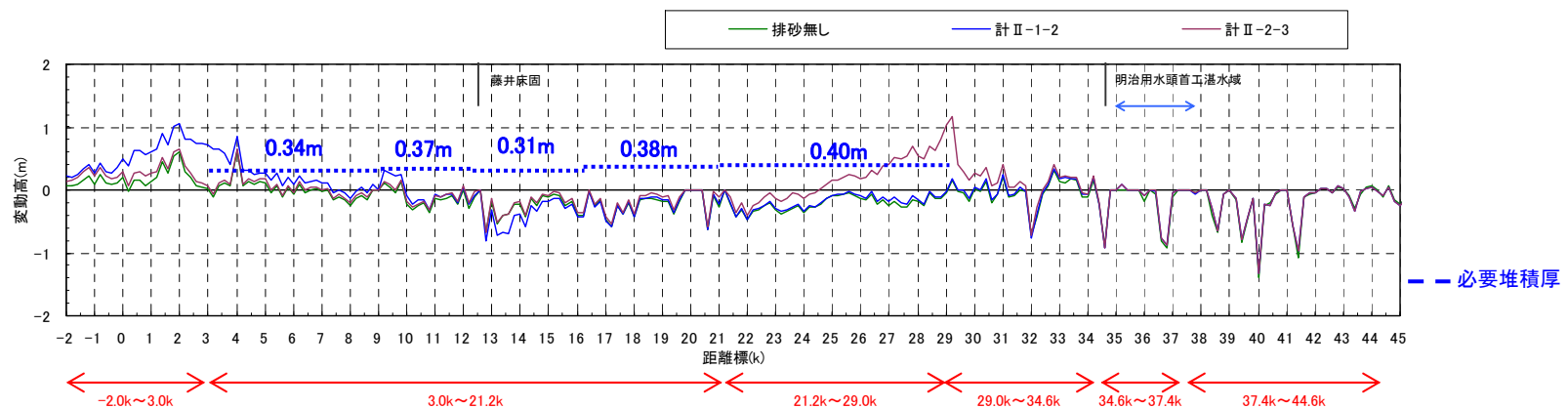


図 堆積厚[河床変動高]の感度分析結果(32年後、一次元河床変動計算結果、整備計画河道)

6.5 河川領域の土砂管理シナリオ(案)の設定

■ 目指すべき姿到達後における土砂管理シナリオを評価した。

①-2.0k～3.0kにおいて、干潟を維持するために必要となる砂分通過量は、米津地点にて約3.8万 m^3 /年。

⇒ 排砂のみの場合、米津地点の砂分通過量は約4.2万 m^3 /年となり、必要量を確保。

② 21.2k～29.0k(天神橋)において、粒径及び堆積厚の確保に必要な砂分通過土砂量は、岩津地点にて約4.7万 m^3 /年。

⇒ 排砂のみの場合、岩津地点の砂分通過量は約3.8万 m^3 /年となり、約1.0万 m^3 /年が不足。

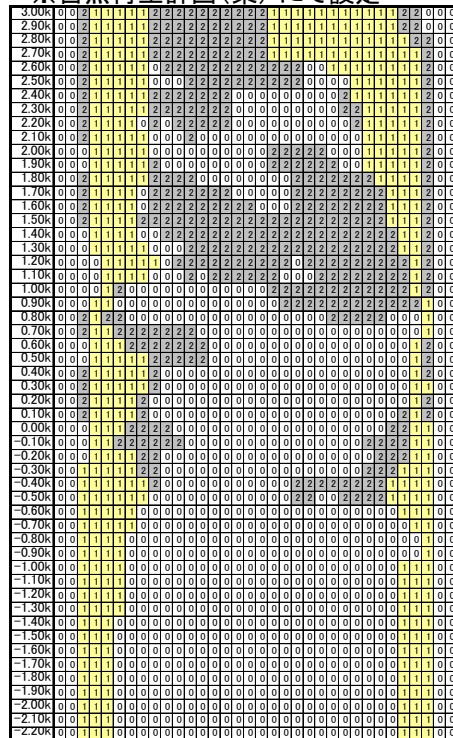


・ 天神橋(29.0k)地点にて約1万 m^3 /年の砂分通過量を増加することで、「目指すべき姿」を維持することができる。

① 干潟形成後(60ha)の維持に要する土砂(砂分)フラックス

初期状態: 干潟60ha

※自然再生計画(案)にて設定



平面2次元解析により、
干潟面積(約60ha)が
概ね維持できる砂分通
過量を算定



米津地点にて約3.8万
 m^3 /年の砂分通過量を
要する

凡例

■: 干潟とみなしている箇所

■: S40代に干潟とみなされる箇所

② 21.2k～29.0kにおける粒径・堆積厚の維持に要する土砂(砂分)フラックス

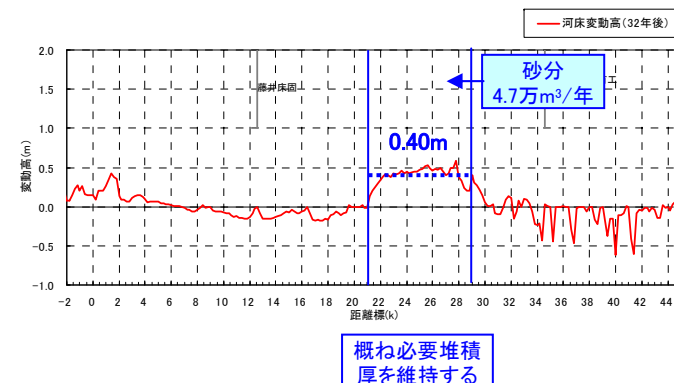
初期状態: 整備計画河道にて必要とな
る堆積厚分を加えた河床高を設定



一次元河床変動解析により、粒径・堆
積厚が概ね維持できる砂分通過量を
算定



岩津地点にて約4.7万 m^3 /年の砂分通
過量を要する



6.5 河川領域の土砂管理シナリオ（案）の設定

<河川領域における前提事項>

- ダム群領域の有力シナリオにより供給される土砂量が増加しても、河川領域で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供給する必要がある。
- 越戸ダム下流に土砂を供給した場合、越戸ダム～明治用水頭首工区間で堆積するため、当該区間の改修(旧明治用水頭首工撤去等)を事前に行うことが効果的。
- 越戸ダム～天神橋(29k)間では、現在、アユの産卵場があり保全が必要。

<河川領域における土砂管理シナリオ(案)の設定>

- ダム群領域におけるシナリオ3-1を前提に、複数の土砂管理シナリオを設定し比較評価した。

○現況河道時点

- ✓ 天神橋付近(29k)に置土 ⇒ 整備計画掘削箇所堆積するため不適
- ✓ 河口付近(4k)に置土 ⇒ 干潟の回復につながり有効。投入量は治水への影響から3万m³/年。

○整備計画河道時点

- ✓ 天神橋付近(29k)に置土: 乙川合流点上流(21k～29k)への改善度が高く有効。投入量は治水への影響から5万m³/年。
- ✓ 河口付近(4k)に置土: 干潟の回復につながり有効。整備計画完成までに上記等により干潟が回復していれば不要。

○今後の検討により、プランへ反映すべき事項

- ✓ 21km～34kmの二極化が進行している全区間において、以下の検討を実施し、早期に二極化の解消を図る。
 - ①現況河道での人的土砂投入の可能性検討(投入土砂粒径を変化させた場合の下流区間での堆積状況の把握)
 - ②アユの産卵場の上流への人的土砂投入の可能性検討(産卵場保全につながる最適粒径の検討)
- ✓ 21km～34km区間の整備計画・自然再生計画では、砂州頭はねのみの計画。別途、伐開・除根する際に表土剥ぎ等を行うことで、どの程度改善するか、モニタリング計画に盛り込みながら事業を推進する。

<河川領域における有力シナリオ(案)>

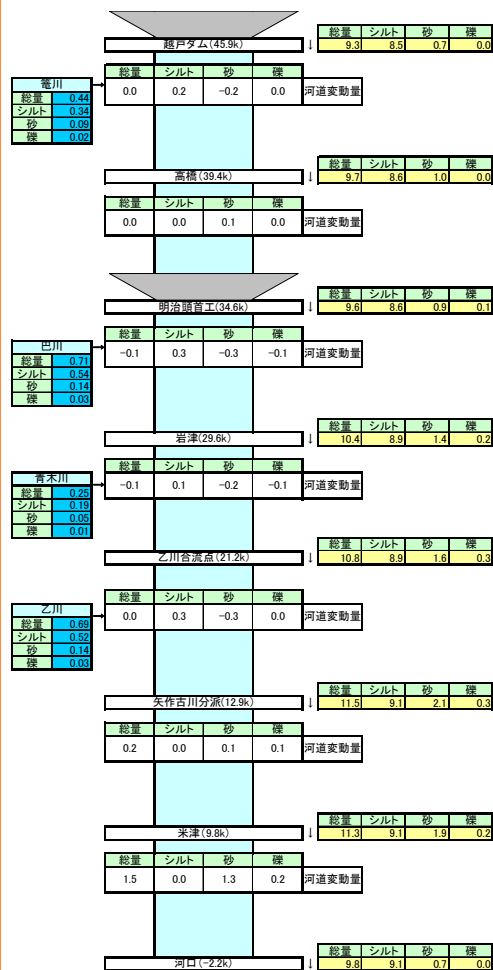
- 現況河道時点 : 河口付近(4k)へ3万m³/年投入(シナリオ現Ⅱ-1-2)
- 整備計画河道時点: 天神橋付近(29k)へ5万m³/年投入(シナリオ計Ⅱ-2-3)
- なお、有力シナリオ(案)を抽出するために用いた河床変動解析は不確実性が残る。したがって、河川領域へ土砂投入を行う前に、矢作ダムからの排砂の影響をしっかりとモニタリングし、結果をプランへ反映できるよう配慮する。

6.5 河川領域の土砂管理シナリオ(案)の設定

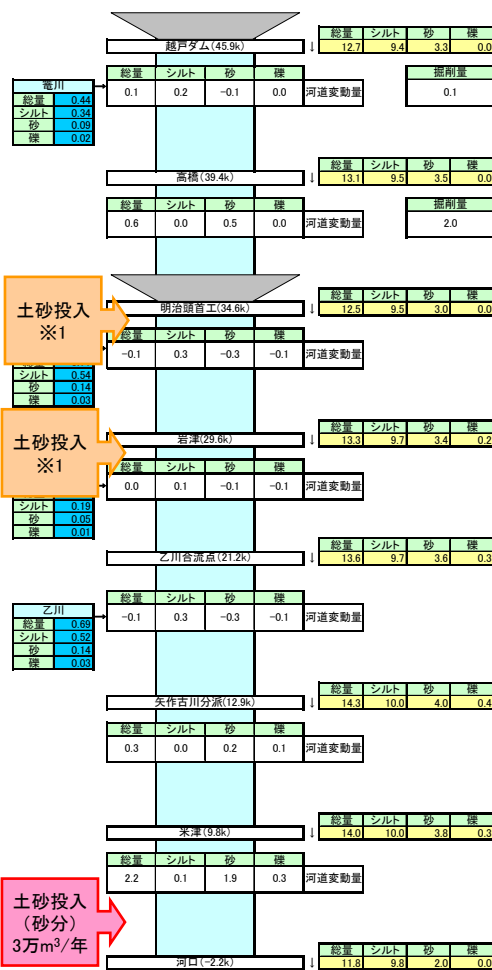
- 現況河道時点及び整備計画河道時点における土砂収支図を示す。

「ダム群領域シナリオ3-1」を前提条件としている

現状(排砂無し)

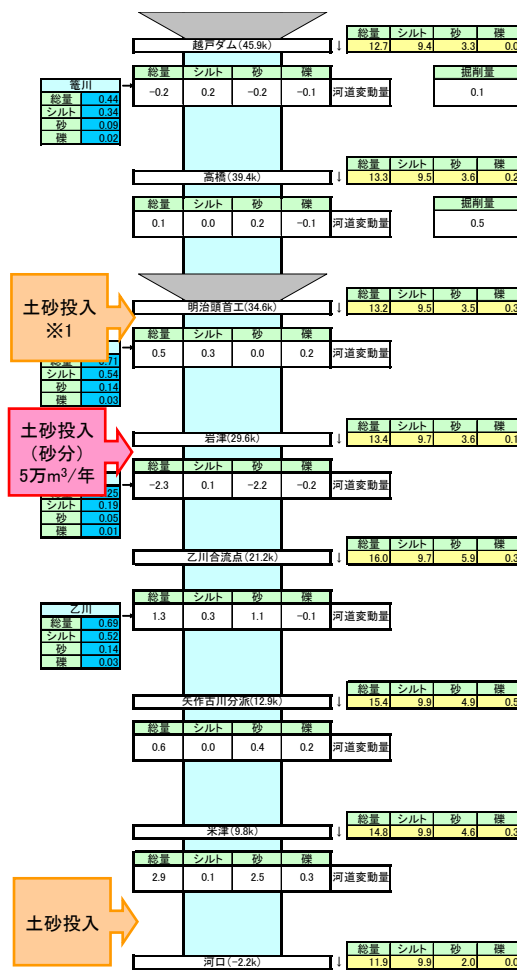


現況河道時点



整備計画河道時点

(河道改修後)



※1 21km～34.6kmの二極化が進行している区間においては、今後、早期に二極化の解消を図る方策を検討する。

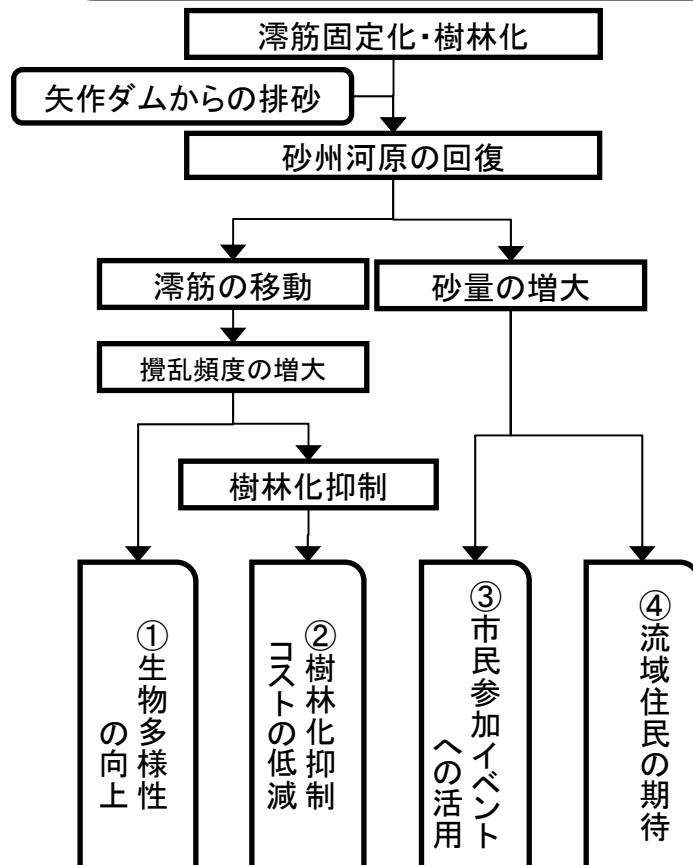
(参考)人為的土砂投入に対する社会的便益について

■現在の矢作川はダム建設、砂利採取等のインパクトにより矢作川本来の姿が失われている。

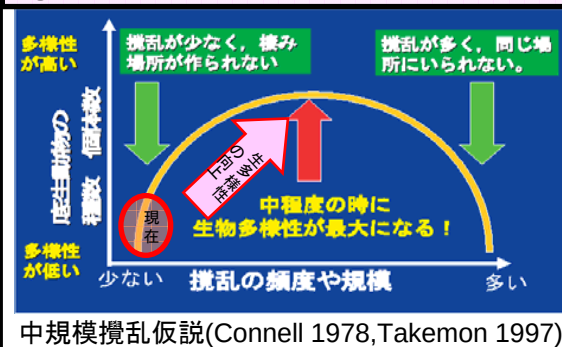


■矢作ダムからの排砂により砂州河原を回復することにより、河川領域における攪乱頻度・砂量が増大するものと想定され、下記の社会的便益が期待される。

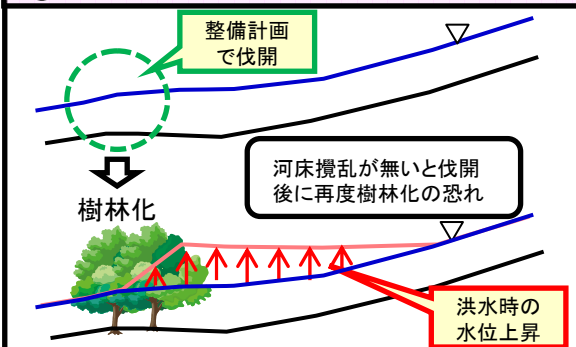
- ①生物多様性の向上
- ②樹林化抑制コストの低減
- ③市民参加イベントへの活用
- ④流域住民の期待



①生物多様性の向上



②樹林化抑制コストの低減



③市民参加イベントへの活用

岡崎市開催イベントにおける砂像作成に有効活用 等



出典: 矢作川河川整備計画より



出典: weblio辞典より

④流域住民の期待

砂河原は現状維持よりも復元に対する限界支払意志額が大きい

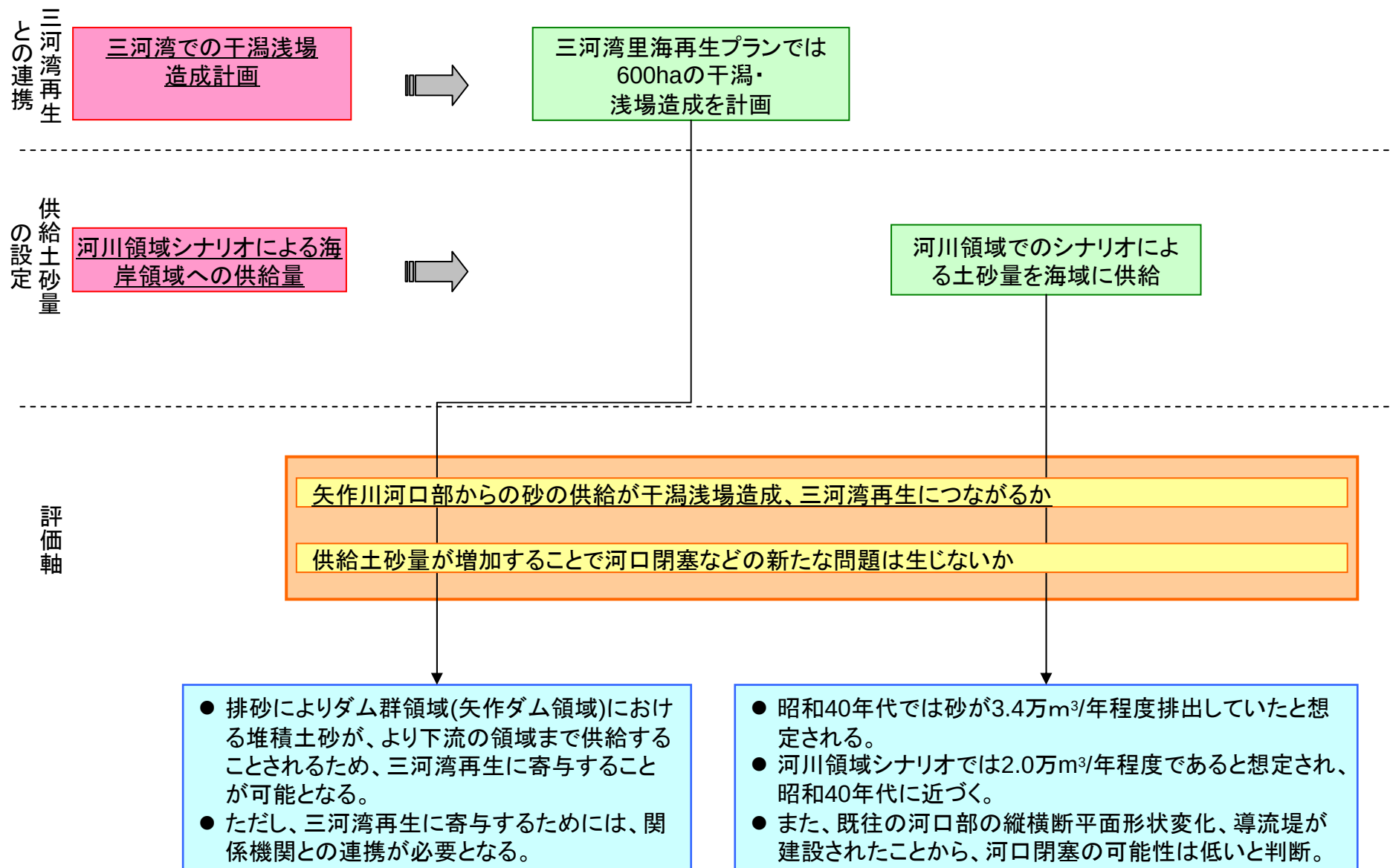
限界支払意志額 ※①現状維持, ②10%増加, ③20%増加の3パターンを提示

項目	金額(円)	原単位
水質	111	改善5日当たり
ヨシ原	3	復元10%当たり
砂河原(*)	110	復元10%当たり
水遊び場	234	増加5箇所当たり
生態系	187	増加5種当たり
合計	534	水質を除く

合計は、土砂還元効果ではない水質を除いたもの

6.6 河口・海岸領域の土砂管理シナリオ検討フロー

《土砂管理目標を達成するためのシナリオ》



6.6 河口・海岸領域の土砂管理シナリオ検討フロー

三河湾再生との連携

- 再生予定箇所が三河湾の湾奥部であり、矢作川との関連性は低い
- 直接投入により再生に寄与することは可能であるため、土砂の有効活用について別途検討を進めていくことが必要

供給される土砂量と河口閉塞の可能性

- 排砂により河口に到達する砂分は2.0万m³/年と想定される
- S40年代には3.4万m³/年と排砂後より多いが、河口閉塞は生じておらず、排砂による河口閉塞の可能性は低いと想定

単位：万m³/年

	供給側(矢作川土砂管理)	需要側(三河湾の再生)
事業内容	河川事業(改修工事・維持掘削土砂)、ダム堆積土	干潟・浅場造成事業 三河湾湾奥東部(御津地区) 西尾市地先 等
土砂量	海域への供給(砂):約2万m ³ /年(有力シナリオ) 維持掘削土砂量(総量):約13万m ³ /年	干潟・浅場造成目標:600ha 想定土砂量:600万m ³ (平均厚1mと想定) 短期目標として5年で50haとしており、年間10万m ³ /年程度が必要と想定
時期	排砂実施以降	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	掘削した場所により粒径が異なる	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)

	現状 排砂なし	現況河道時点	整備計画時点	整備計画後 維持
ダム領域 維持掘削 土砂	—	矢作ダム:4.7 河川:12.6	矢作ダム:4.7 河川:12.6	矢作ダム:4.7 河川:12.6
河川領域 維持掘削 土砂	—	明治上流:2.1 明治下流:0.1	明治上流:0.6 明治下流:4.8	明治上流:0.6 明治下流:3.9
河川から 河口海岸 への供給	総量:9.8 砂:0.7 シルト:9.1	総量:11.8 砂:2.0 シルト:9.8	総量:11.9 砂:2.0 シルト9.9	総量:11.7 砂:1.9 シルト9.9



供給可能な砂
21.5万m³/年

供給可能な砂
24.7万m³/年

供給可能な砂
23.8万m³/年



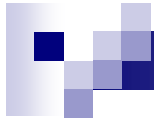
※矢作ダムが無い場合の計算値



※現況河道時点における計算値

6.6 河口・海岸領域の土砂管理シナリオ評価

- 有力シナリオを実施することで、海域への砂の供給は増加する。また、これはダム建設前を上回ることはなく、過剰な供給とはならない。
- 維持掘削土砂は多くが砂であり、矢作川から干潟・浅場造成に供給可能となるため、連携について積極的に推進する。



7.モニタリング計画(案)

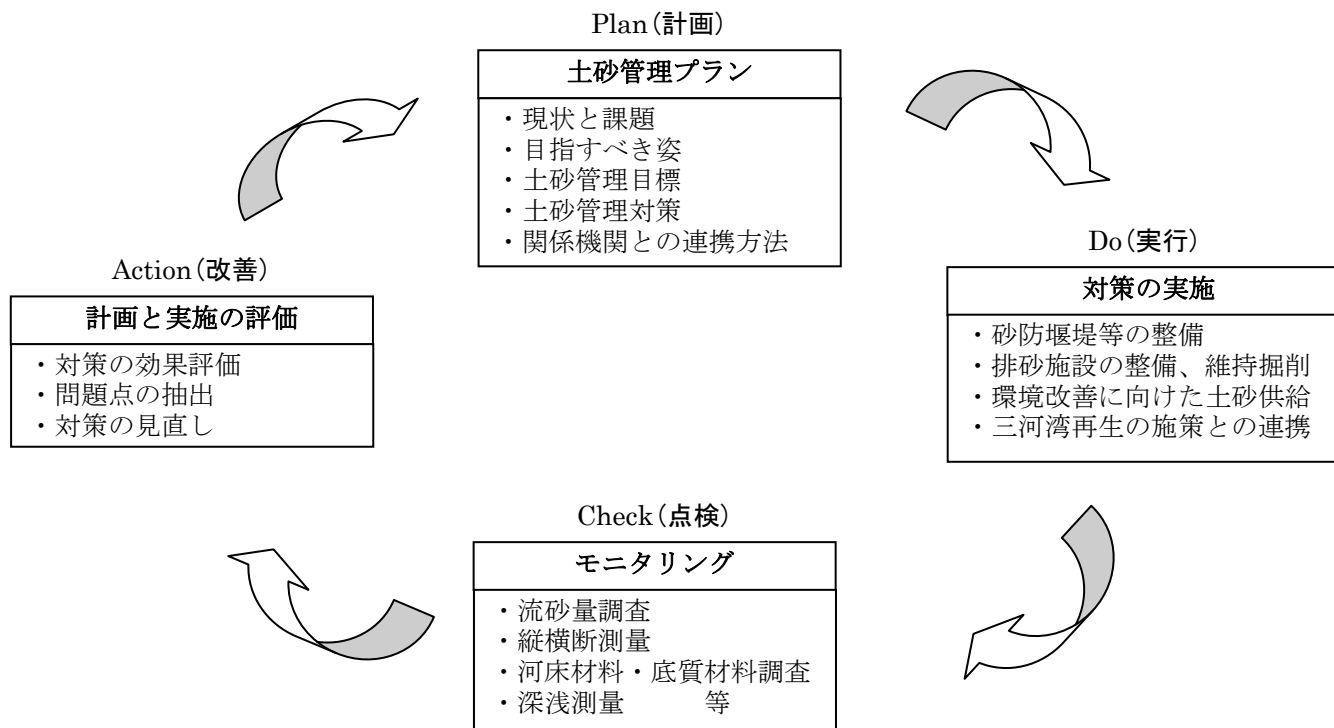
7.1 モニタリング計画の基本方針

7.2 モニタリング計画の概要

7.3 モニタリング計画(案)

7.1 モニタリング計画の基本方針

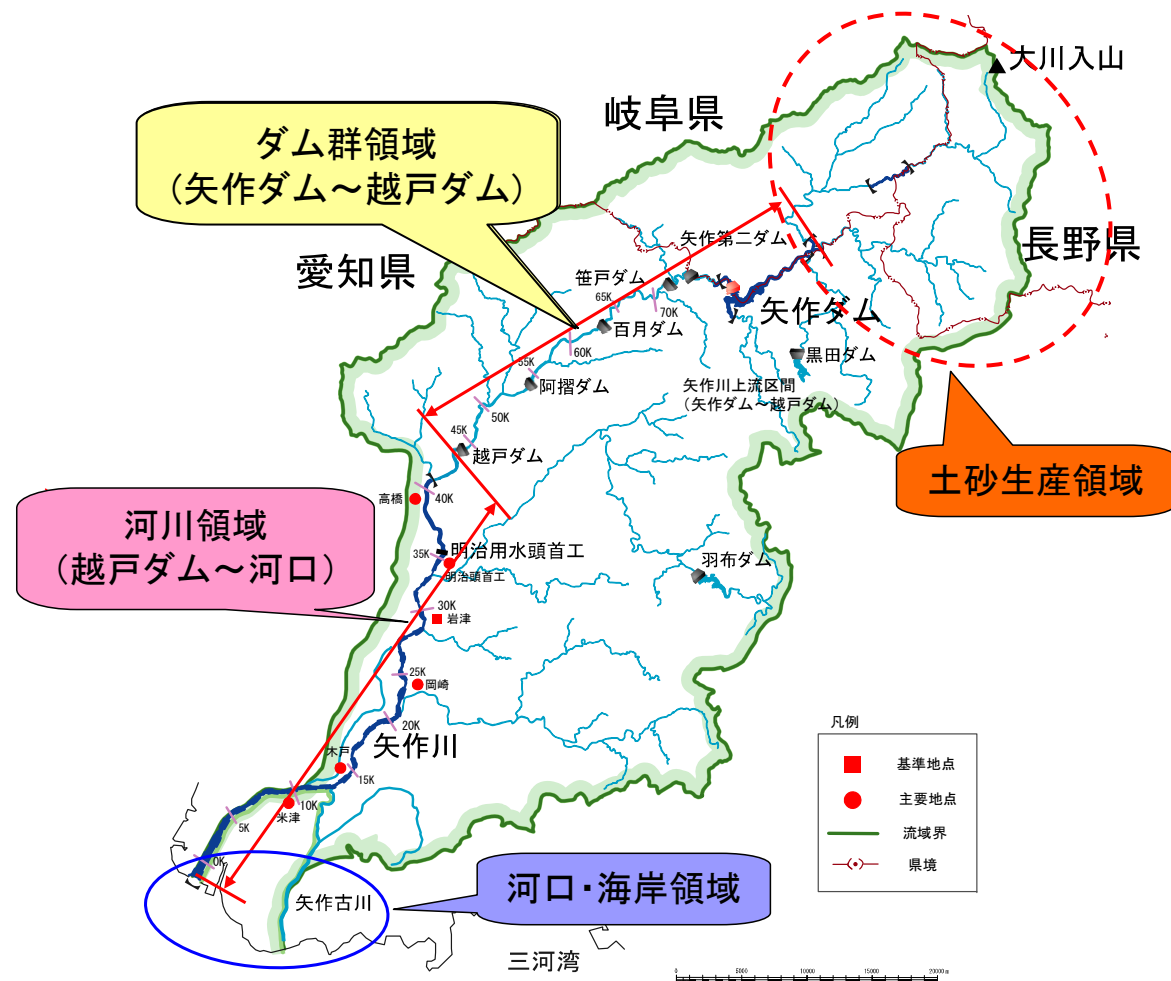
- 矢作川水系総合土砂管理プランの実効性を高めるため、矢作ダムからの排砂にあたり、土砂管理に係る様々な情報を収集・整理総合的・体系的に分析し、土砂管理シナリオの進捗状況を把握するとともに、管理目標の達成に向けた問題点への対応等について検討を行い、その結果に応じて、本計画の見直しを行うなど必要な措置を検討することが望まれる。
- 具体的にはシナリオ運用前後にモニタリング調査を実施し、その結果、環境等に対する支障が生じるおそれがあると判断される場合には、速やかに排砂バイパスの運用等、シナリオの変更等について検討し、矢作川総合土砂管理プランの見直しにつなげる。



7.2 モニタリング計画の概要

- モニタリングは、過去に実施されている定期縦横断測量や河床材料調査に加え、瀬・淵や砂礫河原の挙動を詳細に把握するため、詳細ピッチでの調査を必要に応じて実施することが考えられる。
- 土砂にかかわる領域は複数の関係機関により管理されていることから、モニタリング調査は、調査時期・調査手法をできるだけ統一することが必要である。
- 調査時期は、矢作ダム排砂による影響を把握するため、排砂実施前後で実施することが望ましい。

調査の項目・目的・時期・頻度・場所は次ページに示す。



7.3 モニタリング計画(案)

■ 適切な環境影響評価の評価と土砂管理プランへのフィードバック、土砂管理プランの目標達成状況の確認、及び想定内・外の課題への適切な対応を実現するため、モニタリング項目を設定

領域	土砂管理目標	プラン実施後に想定される課題	モニタリングのポイント	モニタリング項目
土砂生産領域	● 堰堤整備等による目標整備土砂量の達成等 ● 矢作ダム上流域流末地点で30.8万m³の通過土砂量	● 矢作ダム流入土砂量の傾向変化 ➢ 堰堤整備の遅れ ➢ 森林荒廃	● 砂防・治山施設整備による土砂動態の変化状況	● 縦横断測量 ● 河床材料調査 ● 航空写真撮影
ダム群領域	● 矢作ダムへの流入土砂量を全量排出	● 排砂とこれに伴う物理・生物環境の改悪 ● 治水安全度の低下	● 目標達成状況 ● 排砂により生じる物理・生物環境の変化状況 ➢ 矢作ダム堆砂量 ➢ 河川的环境 ➢ 河道変化状況	● 堆砂測量 ● 吸引排砂量 ● 排砂時の水深・流速・河床位 ● 河床材料調査 ● 維持掘削量 ● 縦横断測量 ● 濁度・水温 ● 生物調査
河川領域	● S40年代の物理環境の回復 ➢ 粒度分布の回復(砂州) ➢ 砂州厚の確保(砂州) ➢ 干潟・ヨシ原の回復	● 排砂とこれに伴う物理・生物環境の改悪 ● 治水安全度の低下	● 目標達成状況 ➢ 砂州回復状況 ➢ 干潟・ヨシ原回復状況 ● 土砂収支の変化状況 ● 排砂により生じる物理・生物環境の変化状況 ➢ 河川的环境 ➢ 河道変化状況	● 縦横断測量 ● 河床材料調査 ● 流砂量観測 ● 航空写真撮影 ● 維持掘削量 ● 投入土砂量 ● 生物調査
河口・海岸領域	● 矢作川からの供給土砂を活用した干潟・浅場の保全・創出		● 干潟・浅場保全・創出に向けた連携状況 ● 海岸汀線・干潟・浅場の変化状況 ● 底質の変化状況	● 深浅測量 ● 航空写真撮影 ● 底質調査 ● 土砂収支 ● 生物調査



8.連携して取り組むべき方策

8. 各領域での課題、連携の可能性

- 矢作川では、排砂を実施することにより土砂動態が大きく変化するものであり、主な連携については、排砂実施後を想定する。
- 現在、矢作ダムでは、堆砂が進行しており、砂利採取（骨材利用）、海の干潟浅場造成などに活用しており、他事業者との連携を実施している。
- 今後の排砂を想定し、連携方針、連携方策を検討していく。

各領域での課題と領域内連携

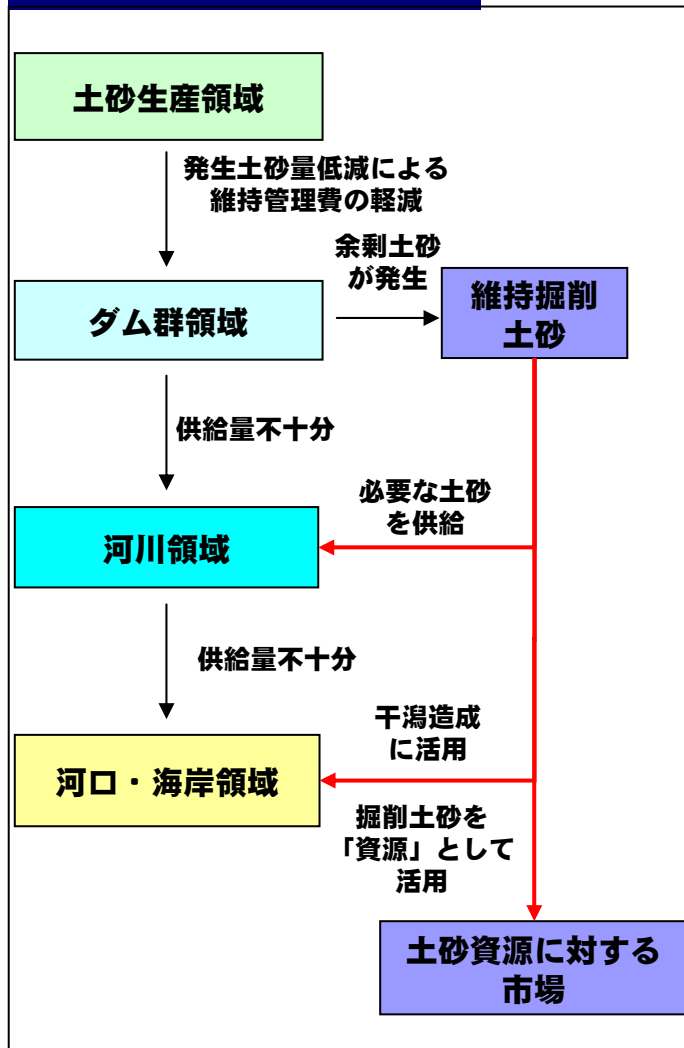
■排砂実施後の各領域での土砂管理シナリオ上の課題と各領域の関係者、領域内で連携が必要な事項を以下のとおり整理した。

	シナリオ上の課題	土砂収支上の課題	関係者	領域内での連携
土砂生産領域	治山・砂防施設整備の推進による下流河川が必要とする土砂量(砂)の減少	不足	森林・砂防等管理者 ダム管理者	下流河川における必要土砂の供給に向けた施設整備
ダム群領域	流砂量の連続性確保のための施設運用が必要 維持掘削が必要 維持掘削土砂の処理が必要	余剰	上工農水利水者 河川管理者 発電事業者 ダム管理者	流砂の連続性に向けた施設運用 (矢作ダム・発電ダム) 維持掘削の分担
河川領域	環境改善速度が遅い 堆砂してほしくない箇所、してほしい箇所が存在する	環境改善上不足 安全度上余剰	河川管理者 上工農水利水者	流砂の連続性に向けた施設運用 (矢作ダム・明治用水頭首工) 維持掘削の分担
河口・海岸領域	矢作川河口からの土砂供給量が少ない 三河湾全体の再生を目指した干潟浅場造成に必要となる土砂の確保	不足	海岸管理者 港湾管理者 河川管理者	土砂量が不足するため、他領域からの供給が必要

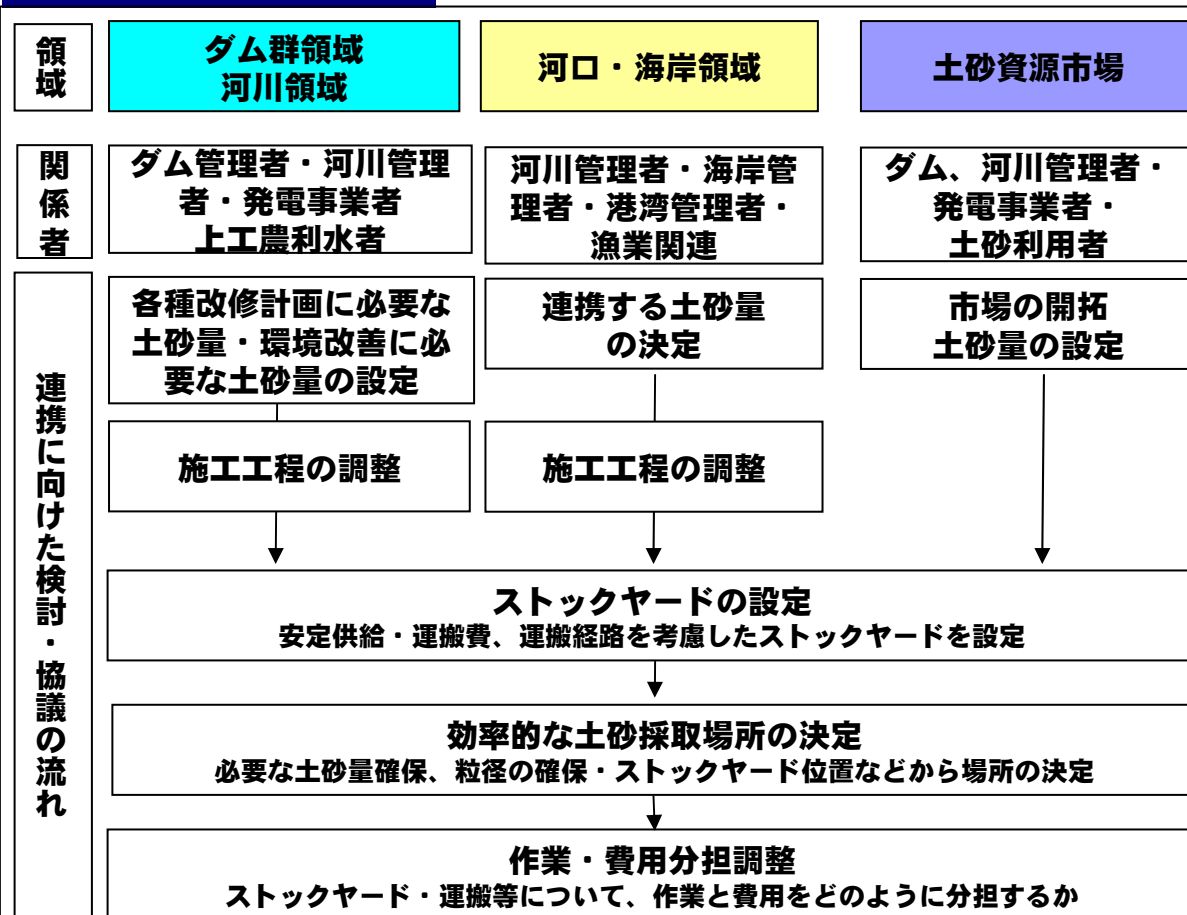
8. 連携して取り組むべき方策(土砂資源マネジメント)

- 各領域内の問題点から、土砂を「有効な資源」とみなし、連携利用するシナリオが考えられる。
- 土砂連携をしていく上での大まかな流れを以下に示す。

各領域間の連携シナリオ



連携検討の流れ



8. 連携して取り組むべき方策(土砂資源マネジメント)

維持掘削土砂

土砂の有効活用方法

港湾域での干潟・浅場再生への活用

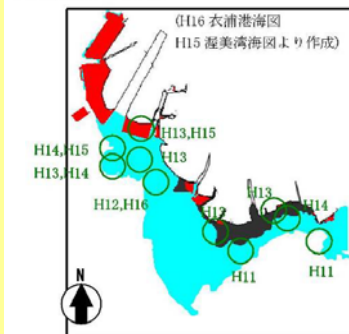
下流河川域での砂河原再生への活用

骨材としての市場への供給

ガラス、建材(色砂)など付加価値商品としての市場への供給

干潟・浅場再生への活用

現在(2003年前後)



○干潟・浅場造成の需要量
愛知県水産課: 3~5万m³/年
愛知県港湾課: 4万m³/年
○国(港湾事務所)・県共に土砂利用への需要がある(ヒアリングによる)

砂河原再生への活用

○砂河原再生に関する限界
支払意志額が高い(下流域)
○河川景観として砂河原が原風景として捉えられている

限界支払意志額

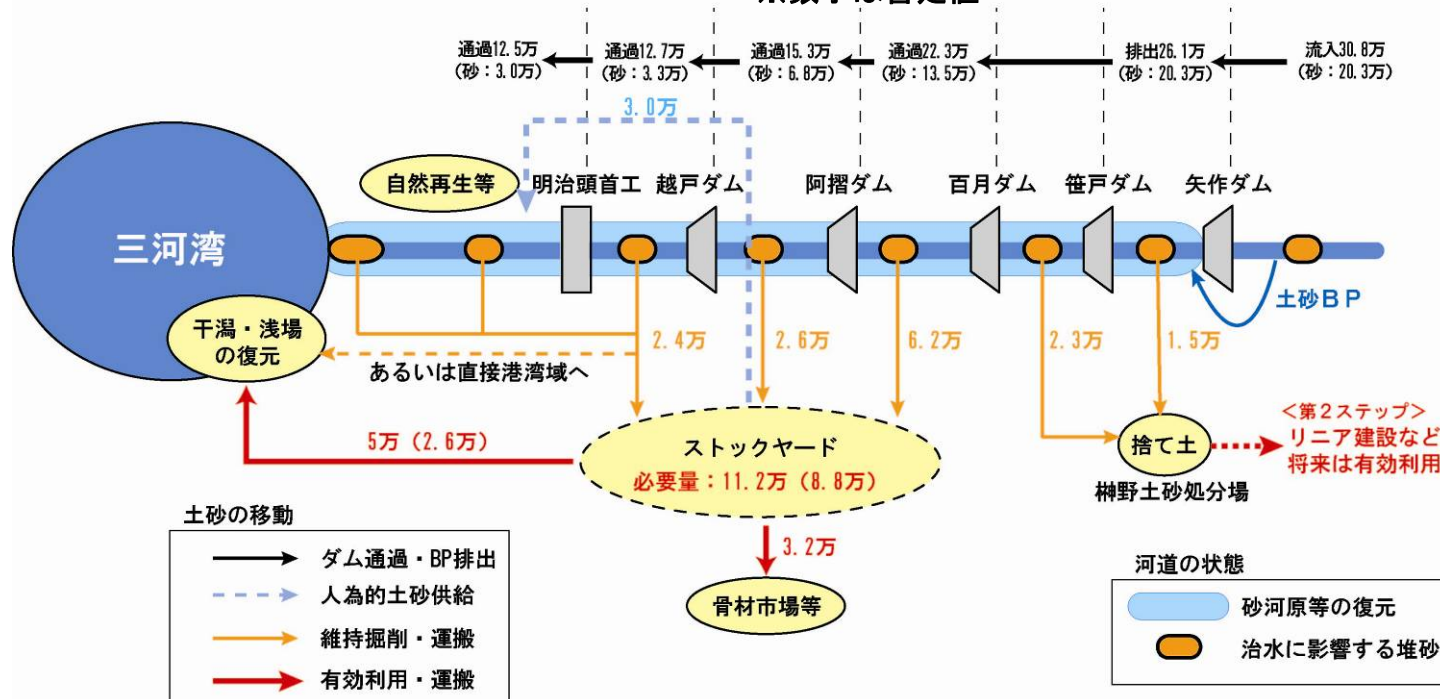
項目	金額(円)	原単位
水質	111	改善5日当たり
ヨシ原	3	復元10%当たり
砂河原	110	復元10%当たり
水遊び場	234	増加5箇所当たり
生態系	187	増加5種当たり
合計	534	水質を除く

合計は、土砂還元効果ではない水質を除いたもの

土砂マネジメントのイメージ

※数字は暫定値

単位: m³/年



骨材市場への供給

○骨材販売価格を現状に対し
約800円/t程度安価に流通出
来る可能性がある

川砂・山砂

1,860円/t

越戸ダム近傍
ストックヤード

1,070円/t

付加価値材料としての供給

○ガラス、建材などの材料とし
ての用途(品質)があれば、付
加価値材量として供給できる
可能性がある

ガラス材料: 15~20円/kg
カラーサンド材料: 10円/kg