

Ⅱ. 総合土砂管理プランの検討について

《目 次》

1.土砂管理目標値について

- 1.1 課題と目標設定の考え方
- 1.2 土砂管理目標(案)

2.環境影響の評価と保全対策について

- 2.1 平成21年度の環境影響の評価結果まとめ
- 2.2 平面二次元河床変動計算による評価
- 2.3 保全対策の検討
- 2.4 環境影響の評価の更新

3.土砂管理シナリオの検討

- 3.1 土砂生産領域のシナリオの検討
- 3.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオの検討
- 3.3 河川領域のシナリオの検討
- 3.4 河口・海岸領域のシナリオの検討
- 3.5 土砂管理シナリオのまとめ

第2回委員会における論点

■ 第2回委員会における論点

➤ 土砂管理目標値について

- 目指すべき姿を実現するための具体的な土砂管理目標値

➤ 環境影響の評価と保全対策について

- 排砂の影響が顕著になると予想される区間の2次元河床変動計算による補足検討、1次元河床変動計算による検討との比較
- 保全対策の整理

➤ 土砂管理シナリオ

- 土砂生産域、河口・海岸領域の土砂管理シナリオの方向性
- ダム領域の土砂管理シナリオの整理
- 河川領域の土砂管理シナリオの整理



1.土砂管理目標値について

1.1 課題と目標設定の考え方

1.2 土砂管理目標(案)

1.1 課題と目標設定の考え方

- 矢作川流砂系で土砂に起因して現在顕在化している課題に加え、矢作ダムからの排砂後に想定される影響を追加したうえで、土砂管理目標の考え方を整理した。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る。
- 一方、目標達成にあたり発生が懸念される新たな影響(課題)については、制約条件として設定し、影響の軽減・回避を図る。
- 目標を達成するための期間は、長期間(目標を達成するのに必要な期間)とし、シナリオは30年、60年の達成状況に応じて評価を行う。

領域	インパクト		健在化している課題	目指すべき姿	排砂により生じる影響	土砂管理目標の考え方	
土砂生産	<ul style="list-style-type: none"> 脆弱な地質 森林手入れ不良 木材需要の変化 	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊しやすい地質等 森林の荒廃、人工林の増加等 	<ul style="list-style-type: none"> 流出土砂の発生 流木の発生 矢作ダムへの流入土砂量の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 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 		目標	<ul style="list-style-type: none"> 砂防・治山、森林管理者による整備目標の達成(他機関により検討)
ダム	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム建設(S46) 	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムによる土砂の捕捉 	<ul style="list-style-type: none"> 堆砂の進行 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂の連続性の確保による「ダム貯水池機能の維持と長寿命化」と「河床高の維持」 	<ul style="list-style-type: none"> 河道の治水安全度低下 発電ダムの機能低下 河川環境の変化 	目標 制約	<ul style="list-style-type: none"> 排砂による治水・利水容量の回復 維持掘削による治水安全度、発電ダム機能の維持 保全措置による河川環境の維持
河川	<ul style="list-style-type: none"> 砂利採取 河道改修 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂供給量の減少、砂利採取による河床低下、護岸整備 土砂供給量の減少、攪乱頻度の減少 細粒分の供給量の減少 流砂量の減少、攪乱頻度の減少 土砂供給量の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ヨシ原の減少 砂州の減少 樹林化の進行 滞筋の固定化 河床の粗粒化 河川の流砂量の減少等による大型糸状緑藻の異常繁殖 干潟の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂の連続性と河床材料特性の確保による「河床高の維持」と「砂州河原等河川環境の回復」 	<ul style="list-style-type: none"> 河道の治水安全度低下 明治用水頭首工の機能低下 河川環境の変化 	目標 制約	<ul style="list-style-type: none"> 昭和40年代の物理環境の創出(土砂の連続性と河床材料特性の確保)による 粒径の回復 砂州河原の回復 滞筋変動の確保 樹林化の抑制 干潟面積の回復 ヨシ原面積の回復 維持掘削による治水安全度、明治用水頭首工の機能の維持 保全措置による河川環境の維持
河口・海岸	<ul style="list-style-type: none"> 航路維持掘削 	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫等 	<ul style="list-style-type: none"> 干潟、浅場の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 干潟や海岸環境・漁場環境の保全、創出 		目標	<ul style="list-style-type: none"> 昭和40年代の土砂の連続性の確保(河川からの供給)による、干潟・浅場の保全、回復に必要な土砂の量・質の確保

※1:赤字は、定量化可能な目標。

1.2 土砂管理目標（案）：評価地点

- 目指すべき姿を実現するための土砂管理目標として、各領域における通過土砂の量と質を設定することとする。
- 治水計画上の基準点、横断工作物等を考慮し、矢作川総合土砂管理のための評価基準点および評価地点を各領域で設定した。

評価基準点：通過土砂量・質の計画値の設定地点

評価地点：通過土砂量・質の算定地点

表 評価地点(案)

領域	評価地点	選定理由
土砂生産	矢作ダム流域流末	土砂生産領域からの土砂生産量の把握
ダム	矢作第二ダム直下流	矢作ダムからの排砂量、ダム領域への供給土砂量の把握
	百月ダム	横断工作物であり、主な土砂移動の遮断要因のひとつ
	阿摺ダム	横断工作物であり、主な土砂移動の遮断要因のひとつ
河川	越戸ダム	横断工作物であり、主な土砂移動の遮断要因のひとつ 土砂移動のコントロールポイント 河川領域への供給土砂量の把握
	明治用水頭首工	横断工作物であり、主な土砂移動の遮断要因のひとつ 巴川合流前の通過土砂量の把握
	岩津	直轄区間の治水計画基準点 巴川合流後、乙川合流前の通過土砂量の把握
	木戸	乙川合流後、矢作古川分派前の通過土砂量の把握
	米津	矢作古川分派後の通過土砂量の把握
	矢作古川上流端	矢作古川への供給土砂量の把握
河口・海岸	河口	河口・海岸領域への供給土砂量の把握

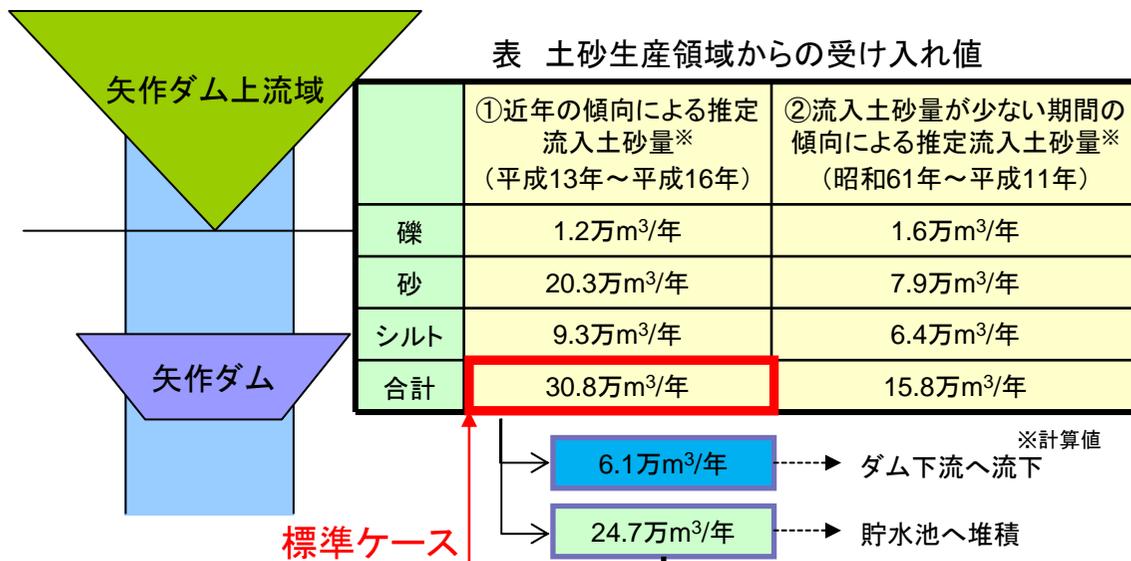
※：黄色ハッチは評価基準点(案)を示す。



図 評価基準点(案)

1.2 土砂管理目標（案）：土砂生産領域

- 土砂生産領域における評価基準点は矢作ダム上流域の流末地点とする。
- 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、長野県その他機関の整備状況により決定することから「目標値」に代えて「受け入れ値」として扱う。
- 一方、矢作川上流域流末地点における数値は示されていないことから、ここでは、矢作ダムにおける実績堆砂量から推定される矢作ダム流入土砂量を用いて受け入れ値を設定するものとする。
- 受け入れ値は、①近年(平成13年～平成16年)の傾向による平均流入土砂量(推定値)、②流入土砂量が少ない期間(昭和61年～平成11年)の傾向による平均流入土砂量(推定値)のうち、長期的な傾向を示している①を標準ケースとする。



平成13年～平成16年の平均年堆砂量(計算値) **24.7万m³/年**

長期的に見れば実績の年平均堆砂量(H12除く)と予測の年平均堆砂量は同程度

S46～H20のうちH12除く(37年間の実績堆砂量の平均値) **23.9万m³/年**

図 期間別平均堆砂容量の比較

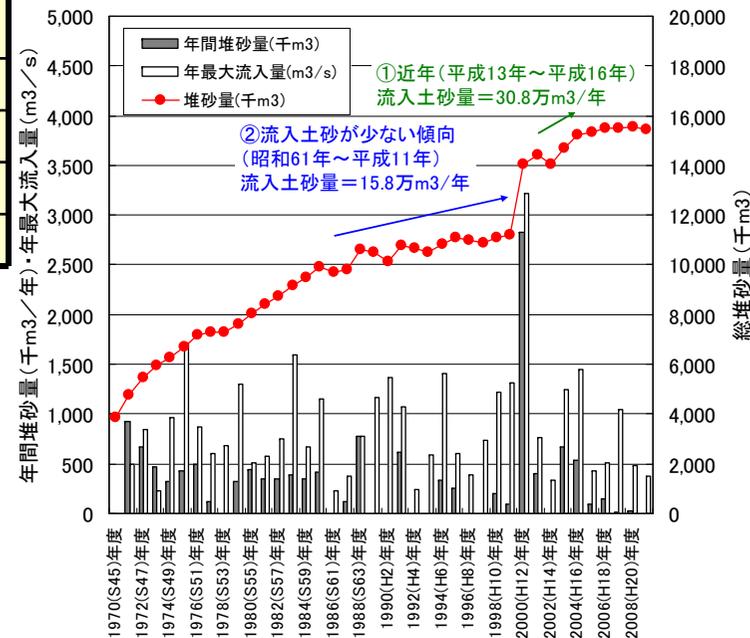
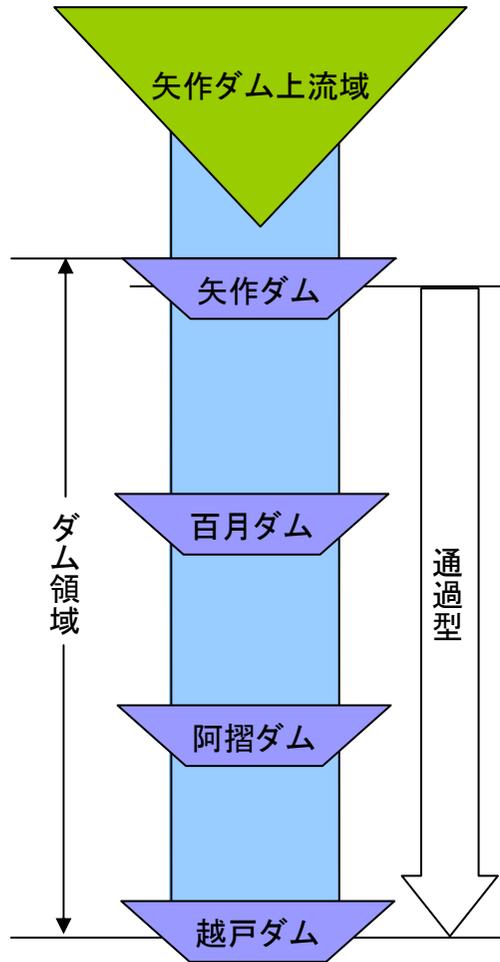


図 矢作ダム堆積土砂量の経年変化

1.2 土砂管理目標（案）：ダム領域

- ダム領域においては、土砂移動の連続性を確保し、矢作ダムの治水・利水容量の回復するため、土砂生産領域からの流入土砂量をダムに堆積させることなく全量排出することを土砂管理目標とする。



【目指すべき姿】

治水・利水容量回復のための土砂移動の連続性確保

【土砂生産領域からの受け入れ土砂量※】

礫	砂	シルト	合計
1.2万m ³ /年	20.3万m ³ /年	9.3万m ³ /年	30.8万m ³ /年

※標準ケースの場合

【土砂管理目標】

考え方

矢作ダムの治水・利水容量を継続的に確保していくためには、土砂生産領域からの流入土砂を矢作ダムに堆積させることなく、全量を貯水池外に排出する必要がある。

土砂管理目標

土砂生産領域からの流入土砂量を全量通過※

礫	砂	シルト	合計
1.2万m ³ /年	20.3万m ³ /年	9.3万m ³ /年	30.8万m ³ /年

※矢作ダムからの砂量の行き先は、①下流河道および②浚渫等による系外が考えられるが、ここでは限定しない。実現性やコストを踏まえた土砂管理シナリオの検討は3章で実施する。

1.2 土砂管理目標（案）：河川領域（砂州河原の回復）

- 河川領域において目指すべき姿を実現するためには、矢作ダム建設前の砂州河原を回復することが必要である。
- 砂州河原回復のための土砂管理目標は、粒度分布と堆積厚を指標とする。
- 矢作川において大規模な人為的インパクトが生じる前の昭和40年代の河床材料粒径と堆積厚を目標とする。

《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》

砂州河原等河川環境の回復

《土砂管理目標の考え方》

昭和40年代の物理環境の創出（土砂の連続性と河床材料特性の確保）

砂州の形成に必要な諸量(試算)

①河床材料の粒径の細粒化

・河床材料粒径が大きいと、大規模出水時以外は土砂が動かない

⇒昭和40年代の粒度分布の回復を図る

左図：昭和40年代の粒径(2mm程度)は、20m³/s程度の出水規模で移動を開始するが、平成18年の粒径(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砂州の厚さ(波高)の確保

・出水により動きうる河床材料が必要な厚さだけ堆積していなければ、その出水規模で期待される砂州形態は形成されない

⇒交互砂州あるいは複列砂州の形成に必要な砂州厚(波高)の確保を図る

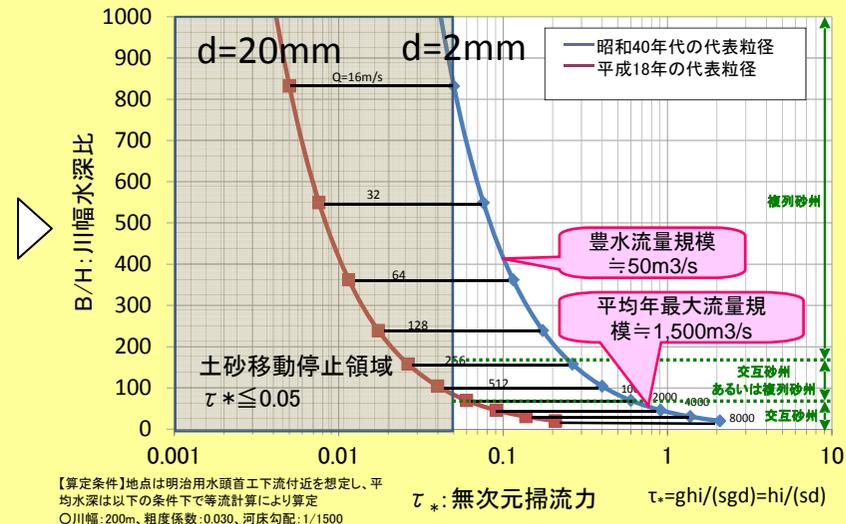
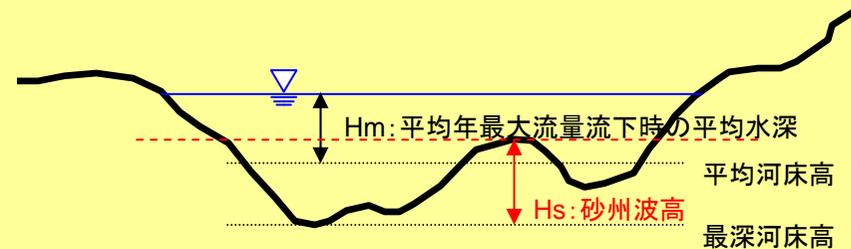


図 川幅水深比B/Hと無次元掃流力 τ_* の関係

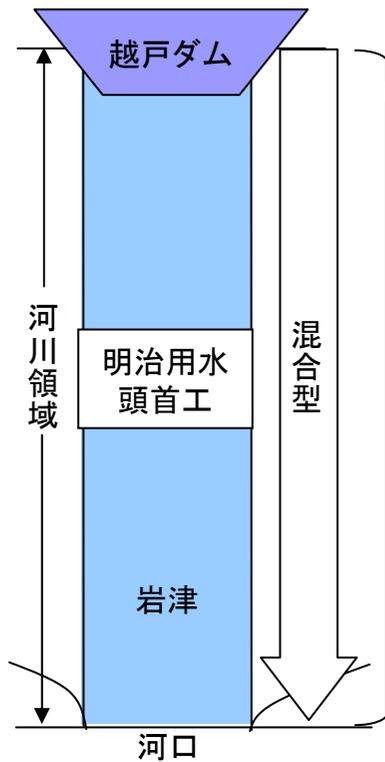


※想定と異なる出水規模では、想定した砂州形態(垂直スケールは異なる)が形成される場合もある

1.2 土砂管理目標（案）：河川領域（砂州河原の回復：河床材料粒径）

■ 砂州河原回復に必要な粒度分布は、大規模な人為的インパクトが生じる前の昭和40年代の河床材料粒径を目標とする。

【土砂管理目標：河床材料粒径】



昭和40年代の河床材料粒径を目標とする

セグメント	区間	S40代表粒径 (mm)	
3	-2.2k (河口) ~ 2.0k	0.61	中砂
2-2	2.0k ~ 9.8k (米津)	0.64	中砂
	9.8k (米津) ~ 12.6k (藤井床固)	0.77	中砂
	12.6k (藤井床固) ~ 16.4k	0.67	中砂
	16.4k ~ 21.2k (乙川合流前)	0.81	中砂
	21.2k (乙川合流前) ~ 30.0k	0.75	中砂
2-1	30.0k ~ 34.6k (明治用水頭首工)	1.20	粗砂
M	34.6k (明治用水頭首工) ~ 37.4k	1.18	粗砂
2-1	37.4k ~ 42.0k	2.73	細礫

【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)

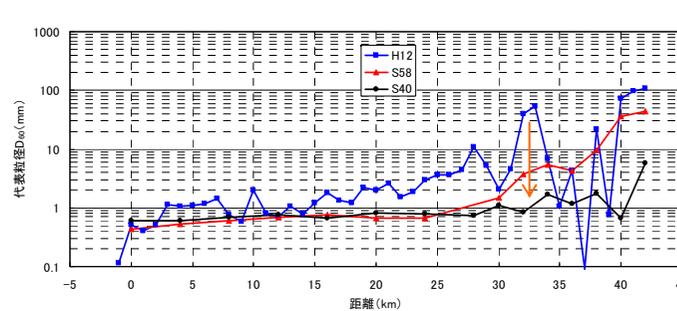


図 代表粒径の経年変化

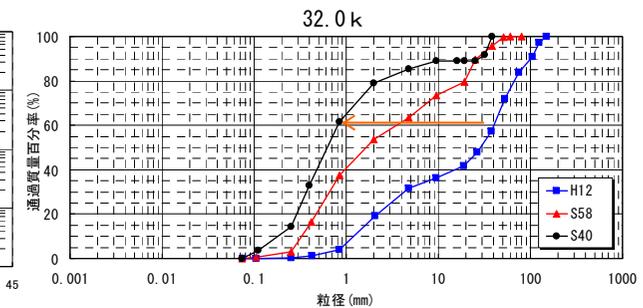


図 粒度分布の経年変化

1.2 土砂管理目標（案）：河川領域（砂州河原の回復：堆積厚）

- 砂州河原を形成する、砂州波高 H_s を代表粒径 d 及び出水時の水深 H_m と川幅 B により求める方法を用いた。(下図参照)
- 昭和40年代の粒径では、豊水流量規模においても土砂が移動し、複列砂州が形成される。
- ここでは、平均年最大流量及び豊水流量流下時のときの砂州波高を砂州河原回復のための必要堆積厚と考えることとした。

土砂管理目標(必要堆積厚)

平均年最大流量および豊水流量から求めた砂州波高の推定値はそれぞれ以下のとおりとなり、ここではこれを必要堆積厚とすることとした。

表 平均年最大流量時の砂州波高の推定値

河道区分	流量 Q (平水)	河床勾配 1/I (-)	川幅 B (m)	水深 H (m)	川幅水深比 B/H (-)	代表粒径 d (m)	水深/代表粒径比 H/d (-)	砂州高水深比 Hs/H (-)	砂州高 Hs (m)
-2.2k(河口)~2.0k	1,460	5,076	569	2.84	200	0.0006	4694	0.5	1.42
2.0k~9.8k(米津)	1,460	2,092	300	3.19	94	0.0006	4946	0.5	1.59
9.8k(米津)~12.6k(藤井床固)	1,460	1,799	172	4.32	40	0.0008	5590	0.5	2.16
12.6k(藤井床固)~16.4k	1,520	1,397	202	3.61	56	0.0007	5384	0.5	1.81
16.4k~21.2k(乙川合流前)	1,520	1,443	315	2.82	112	0.0008	3483	0.5	1.41
21.2k~(乙川合流前)~30.0k	1,520	1,109	251	2.97	85	0.0008	3955	0.5	1.48
30.0k~34.6k(明治用水頭首工)	1,520	1,198	175	3.85	45	0.0012	3206	0.5	1.92
34.6k~(明治用水頭首工)~37.4k	1,520	1,808	109	5.80	19	0.0012	4924	0.5	2.90
37.4k~41.6k	1,520	894	99	4.89	20	0.0027	1788	0.5	2.44

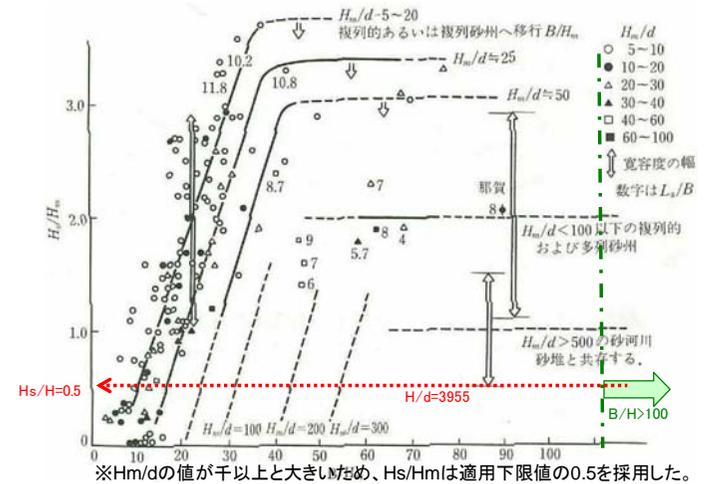
表 豊水流量時の砂州波高の推定値

河道区分	流量 Q (豊水)	河床勾配 1/I (-)	川幅 B (m)	水深 H (m)	川幅水深比 B/H (-)	代表粒径 d (m)	水深/代表粒径比 H/d (-)	砂州高水深比 Hs/H (-)	砂州高 Hs (m)
-2.2k(河口)~2.0k	50	5,076	569	0.38	1,516	0.0006	620	0.8	0.30
2.0k~9.8k(米津)	50	2,092	300	0.42	713	0.0006	653	0.8	0.34
9.8k(米津)~12.6k(藤井床固)	50	1,799	172	0.53	323	0.0008	689	0.7	0.37
12.6k(藤井床固)~16.4k	46	1,397	202	0.44	456	0.0007	660	0.7	0.31
16.4k~21.2k(乙川合流前)	46	1,443	315	0.35	911	0.0008	427	1.1	0.38
21.2k~(乙川合流前)~30.0k	46	1,109	251	0.36	690	0.0008	485	1.1	0.40
30.0k~34.6k(明治用水頭首工)	46	1,198	175	0.47	371	0.0012	393	1.3	0.61
34.6k~(明治用水頭首工)~37.4k	46	1,808	109	0.71	153	0.0012	604	0.8	0.57
37.4k~41.6k	46	894	99	0.60	165	0.0027	219	1.7	1.02

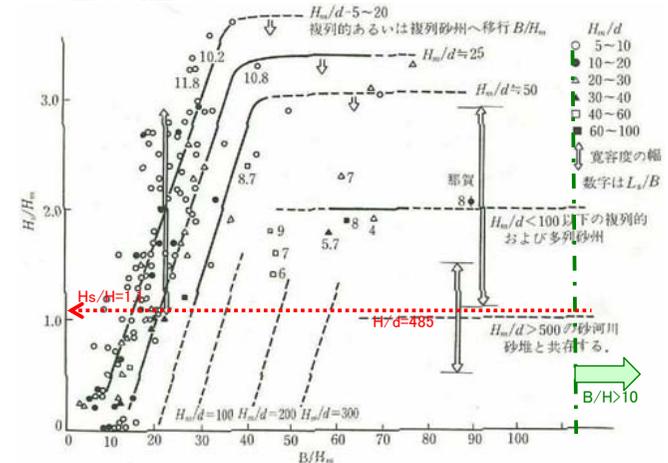
【留意事項】

1次元河床変動計算で求める必要堆積厚は断面平均となるので、実際に必要となる高さは砂州波高よりも低くなると考えられること、川幅水深比から昭和40年代であっても複列砂州を形成していないと想定される区間があること、川幅や対象流量をどう設定すべきかの課題を有する。

【平均年最大流量時】



【豊水流量時】

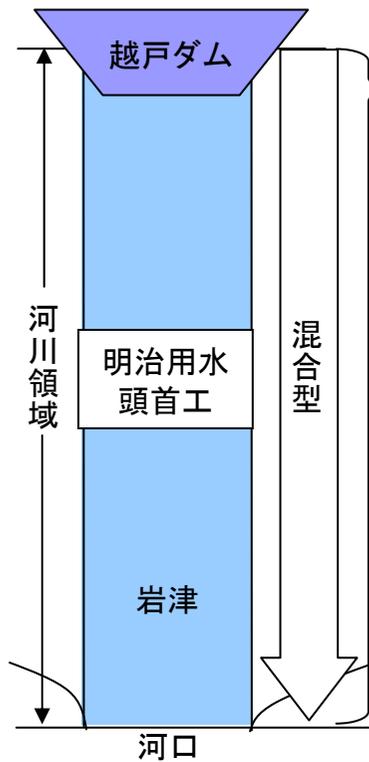


出展：山本晃一著「沖積河川—構造と動態—」P79

図 砂州波高水深比 H_s/H (21.2k~30.0kの例)

1.2 土砂管理目標（案）：河川領域（干潟の回復）

- 干潟回復のための土砂管理目標は、堆積厚とする。
- 堆積厚は、昭和40年と平成18年の平均河床高の差分とした結果、0.93mとなる。



【目指すべき姿】

昭和40年代の干潟の回復

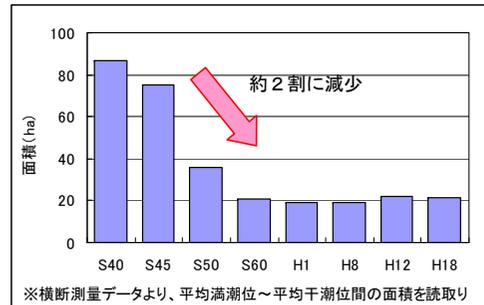
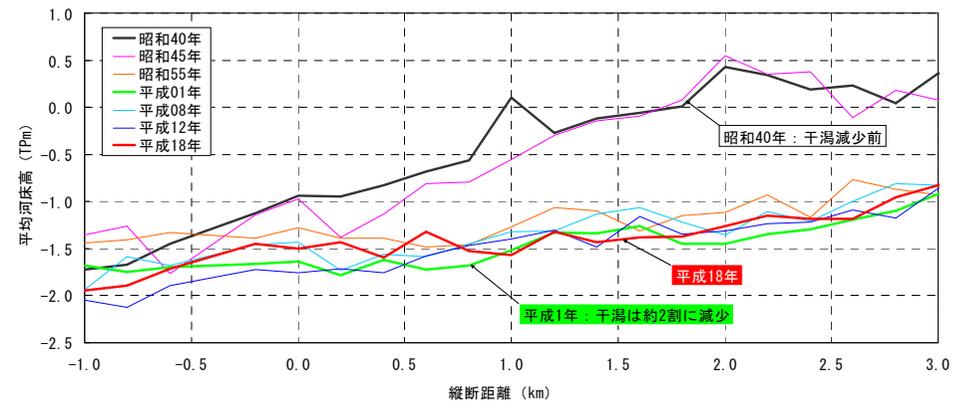


図 干潟面積の変遷 (3kより下流)

【土砂管理目標】

昭和40年代の干潟面積に回復するための堆積厚
= 昭和40年と平成18年の平均河床高の差分の区間平均
= 0.93m



1.2 土砂管理目標（案）：海岸領域

- 海岸領域への矢作川からの土砂供給の効果は定量的には把握できていない。ここでは、海岸、港湾管理者である愛知県（港湾課、水産課、（水産試験場）、河川課）にアンケートを実施し、干潟・浅場造成、養浜のための必要土砂量を当面の土砂管理目標とすることとする。
- アンケートの結果、実績では約3万m³/年の利用があることを確認した。今後の予定は検討中であるものの、矢作ダム、矢作川の土砂の有効活用を期待する回答もみられたことから、海岸領域への土砂供給を土砂管理プランに反映することが考えられる。
- 土砂管理目標の確保は、矢作川からの自然由来の土砂供給を基本とし、達成方法については3章の土砂管理シナリオで検討する。

【目指すべき姿】

土砂供給による干潟・浅場の創出、養浜

【土砂管理目標】

海岸管理者が必要とする干潟・浅場造成、養浜のための土砂量（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）

表 干潟・浅場造成、養浜のため実績使用量と今後の必要土砂量※1

		愛知県			
		港湾課	水産課	水産試験場	河川課
実績	干潟・浅場造成	約30,000m ³ /年 (港湾浚渫発生土)	20,000m ³ (H21、H22の合計)	不明 (ただし、H20～H22 干潟・浅場造成効果 の調査実績あり)	なし
	養浜		なし		
	合計		20,000m ³		
予定	干潟・浅場造成	検討中 (継続的に実施予定)	検討中 (継続的に実施予定)	なし	なし
	養浜				
	合計				

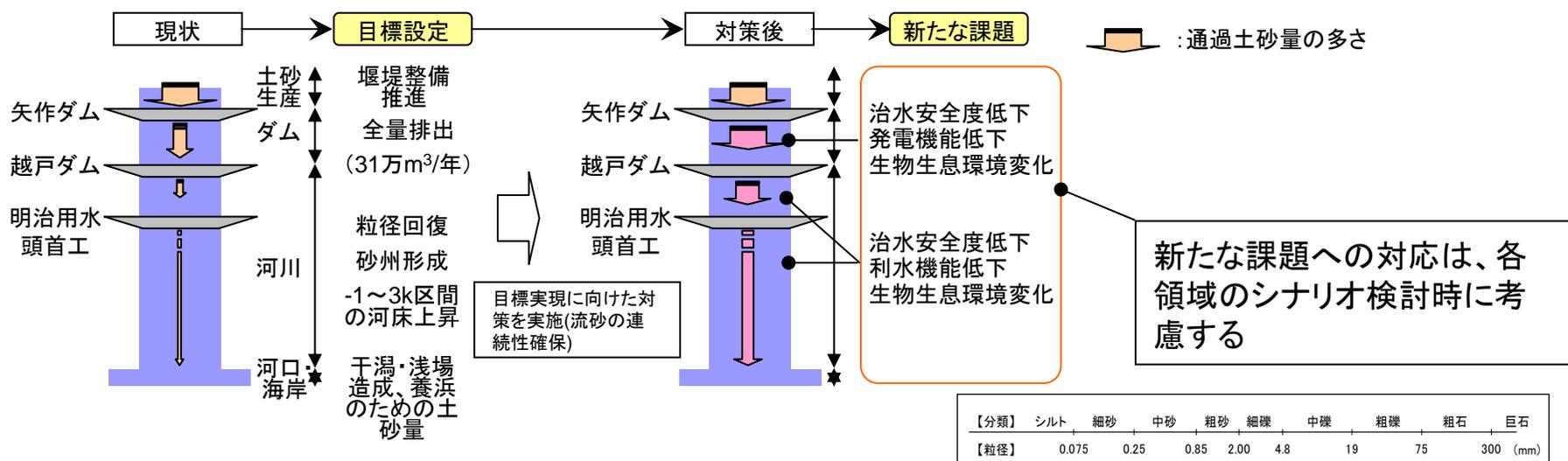
出典：愛知県港湾課、水産課、水産試験場、河川課へのアンケート調査結果を集計

※1：実績使用量と今後の必要土砂量は矢作川から以外のものも含む

1.2 土砂管理目標（案）：まとめ

表 目指すべき姿を実現するための土砂管理目標

領域	目指すべき姿	土砂管理目標	目標達成状況の評価指標
土砂生産	砂防・治山、森林管理者による整備目標の達成（他機関により検討）	・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約31万m ³ /年の通過土砂量（ダム側の受け入れ値）	
ダム	治水・利水容量の回復	・矢作ダムへの流入土砂量全量をダムに堆積させず排出	・全量排出の達成状況
河川	砂州河原の回復するための物理環境の創出（昭和40年代の粒度分布、河床形態を目指す）	・S40年代の物理環境を下記により回復 S40年代の粒度分布の回復（代表粒径が中砂～細礫） 砂州河原の回復（必要砂州波高1.41m以上※の確保） ※平均年最大流量時の砂州波高	・粒度分布の回復状況 ・平均堆積厚の確保状況
	澗筋の変動に寄与する物理環境の創出		
	昭和40年代の粒径の回復		
	昭和40年代に比べ約2割まで減少している干潟面積を回復するための物理環境の創出	・-1～3km区間における河床上昇（0.93m）	・-1～3km区間の平均堆積厚の確保状況
河口・海岸	土砂供給による干潟・浅場の創出	・海岸管理者が必要とする干潟・浅場造成、養浜のための土砂量（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」等を踏まえ設定）	・海岸領域への供給土砂量





2.環境影響の評価と保全対策について

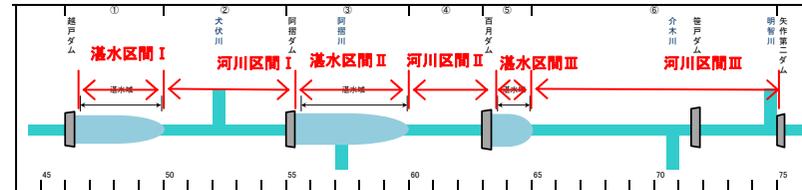
- 2.1 平成21年度の環境影響の評価結果まとめ
- 2.2 平面二次元河床変動計算による評価
- 2.3 保全対策の検討
- 2.4 環境影響の評価の更新

2.1 平成21年度の環境影響の評価結果まとめ

- 昨年度検討では、一次元河床変動計算結果を用いて、ダム領域における生物への影響を評価した。
- 河川区間における影響が想定され、生息場として適さなくなる可能性がある種だけでなく、適するようになる可能性がある種が認められている。
- 影響が想定される区間にしか生息しない種は確認されていない。
- 上流区間における影響が下流区間よりも相対的に大きい。

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																												
	携巢型																												
鳥類	外来種 カワヒバリガイ																												
	環境に特徴的な種																												
植物	問題となる種 カワシオグサ																												
	環境に特徴的な種 ツルヨシ																												
外来種 オオカナダモ																													

: 瀬
 : 淵
 : 湛水域
 : 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

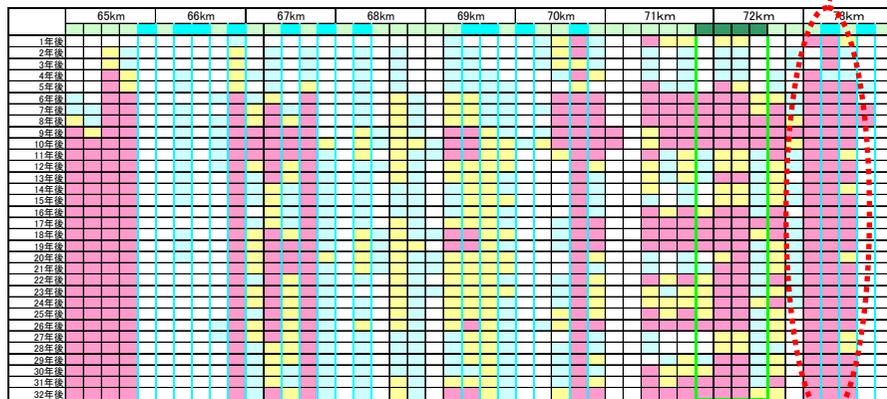
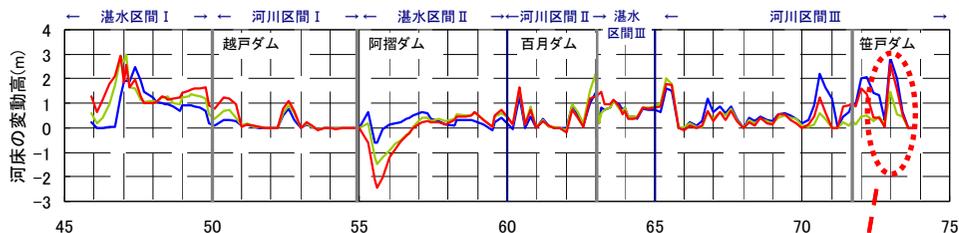
出典: 平成21年度 第3回 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 委員会資料

問題となる種及び外来種については、生息場が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)。

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：対象区間の選定

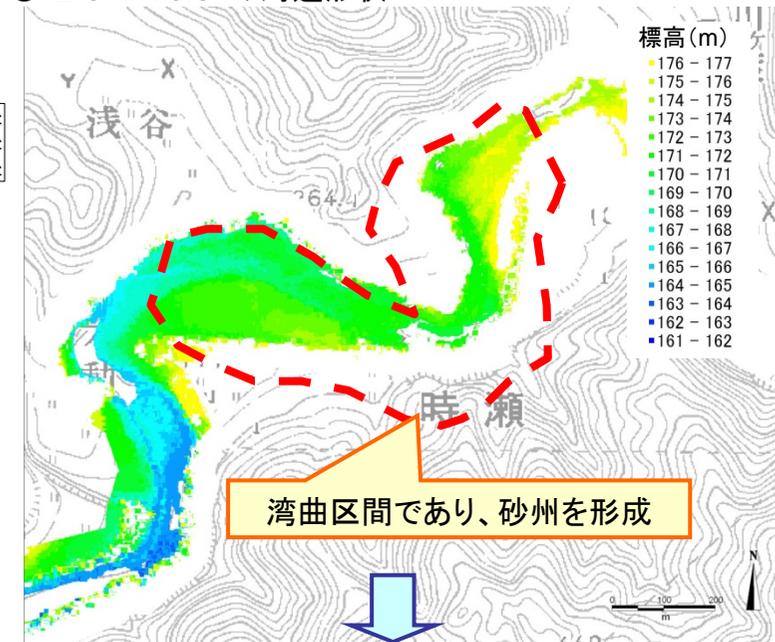
- 矢作ダムからの排砂後に堆積傾向が特に顕著となることが予測されている排砂地点直下流区間を対象に、河川環境への影響を詳細に予測・評価するため、平面二次元河床変動計算モデルを構築した。
- 排砂による河川環境への影響として、河道の横断形状の変化(瀬淵構造の変化)や河床材料の粒径の変化が想定される。これらの変化を定量的に予測・評価することとする。

○72.8k~73.8kの河床変動高(一次元河床変動計算結果)



※凡例は、初期河道と変動後の河道の河床高の差分を示す。

○72.8k~73.8kの河道形状



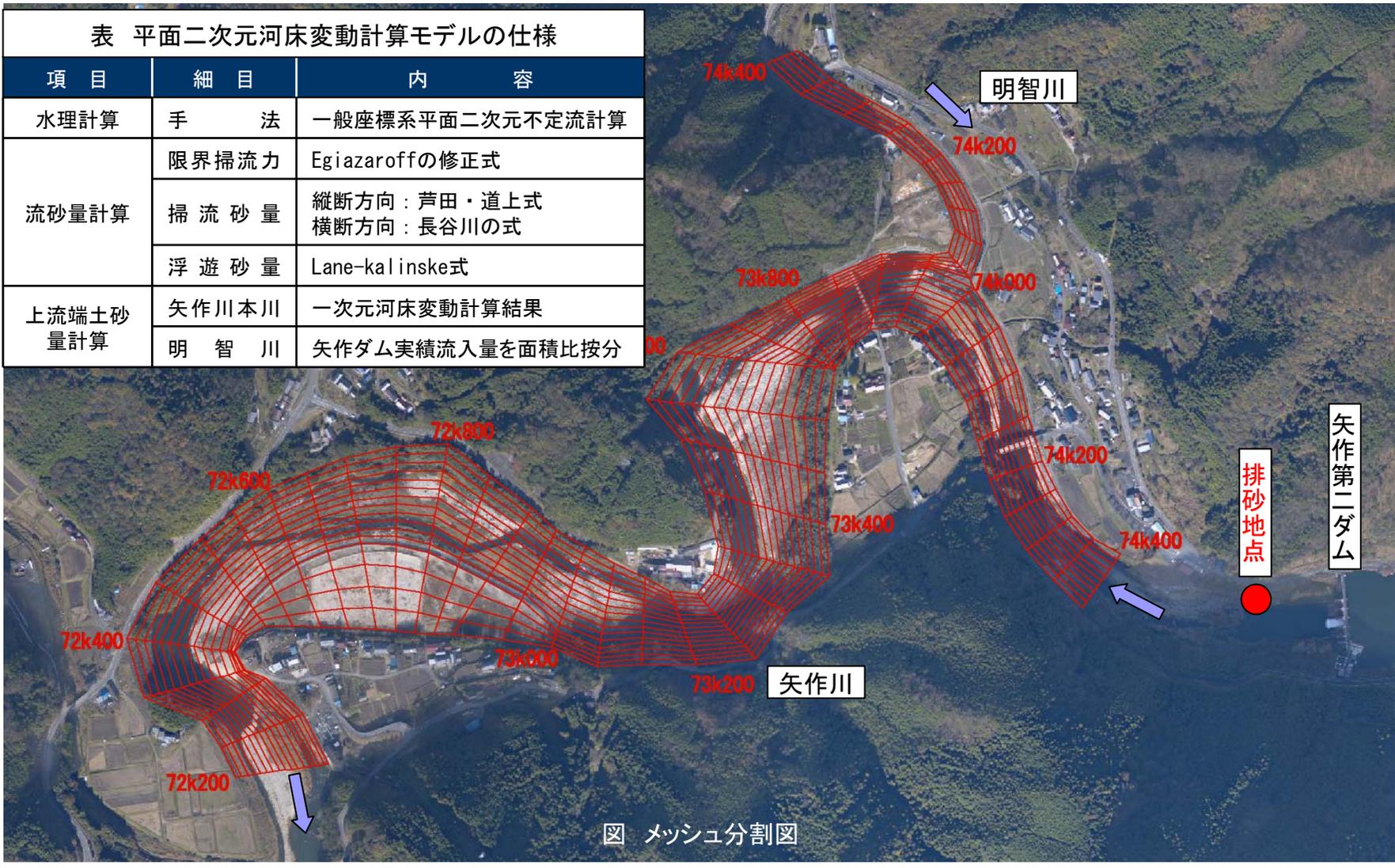
一次元河床変動計算では、矢作ダムからの排砂実施後に堆積傾向となることが予測されるが、一律に堆積するかどうかは不明である。

平面二次元河床変動計算モデルの必要性

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：モデルの概要

- 本川の上流端には、矢作ダムからの排砂を考慮して一次元河床変動計算結果を境界条件として与えるモデルとする。
- メッシュ分割は、縦断方向約50mで設定した。
- 助走区間として、上流側の計算範囲は矢作ダム排砂地点直下流まで延伸した。

表 平面二次元河床変動計算モデルの仕様		
項目	細目	内容
水理計算	手法	一般座標系平面二次元不定流計算
流砂量計算	限界掃流力	Egiazaroffの修正式
	掃流砂量	縦断方向：芦田・道上式 横断方向：長谷川の式
	浮遊砂量	Lane-kalinske式
上流端土砂量計算	矢作川本川	一次元河床変動計算結果
	明智川	矢作ダム実績流入量を面積比按分



2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算条件

- 初期河道はLP測量データ(H19)を用い、水面下は、平成21年度横断測量データにより標高値を補正した。
- 矢作ダムからの排砂規模による影響の違いを見るため、3パターンの外力を設定した。

表 平面二次元河床変動計算の予測計算条件

項目		予測計算条件	備考
対象区間		72.8k~73.8k	助走区間として、上流側の計算範囲は矢作ダム排砂地点(74.4k)まで延伸
初期河道		平成19年度LP測量データ	水面下は、平成21年度横断測量データにより標高値を補正
初期河床材料		平成21年度河床材料調査結果	73k地点
上流端 土砂量	本川	一次元河床変動計算結果	排砂あり、なし
	明智川	矢作ダム実績流入量を面積比按分	—
上流端流量		大規模洪水が生起した年（平成12年）	明智川からの流入量は、矢作ダム実績流入量を流域面積比により按分
		排砂頻度・ピーク流量が平均的な年（昭和63年）	
		流量規模は小さいが排砂頻度は多い年（昭和57年）	
計算ピッチ		1時間ピッチ (洪水時のみを対象とする)	河床変動に影響すると考えられる流量規模以上を対象に時刻流量で与える

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算条件

- 予測の各対象年における流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ 以上のハイドログラフと排砂量を以下に示す。
- 昭和57年は洪水ピーク～減衰時まで一定の土砂が排出されている。
- 昭和63年の流量規模は昭和57年と同等だが排砂量は昭和57年より少ない。
- 平成12年は流量、排砂量ともに大きい。
- 計算対象流量は、対象区間が急勾配(約 $1/140$)であることから、計算の安定性を確保するため $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上とした。
- $100\text{m}^3/\text{s}$ より小規模流量時の評価は、置き土・覆砂実験等により確認する必要がある。

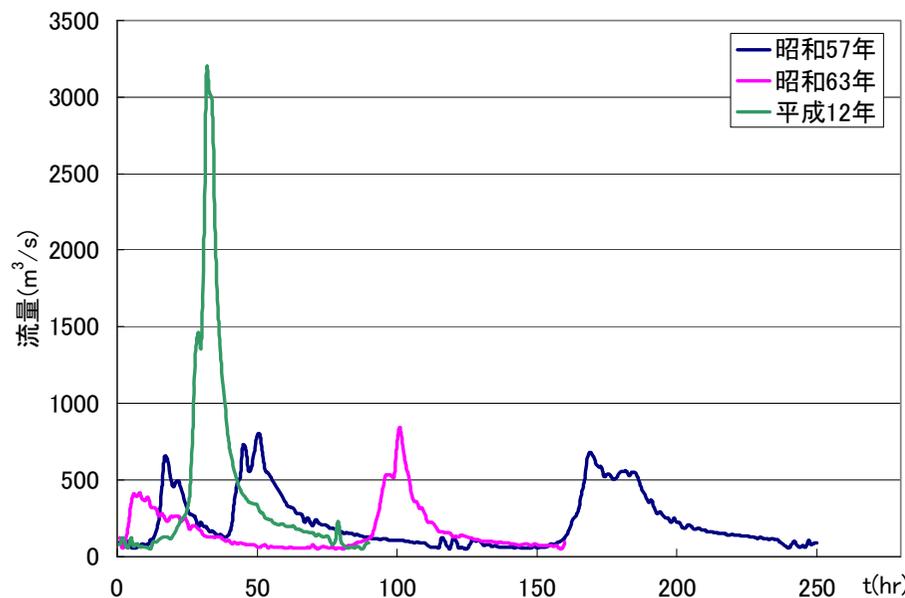


図 予測対象年のハイドログラフ

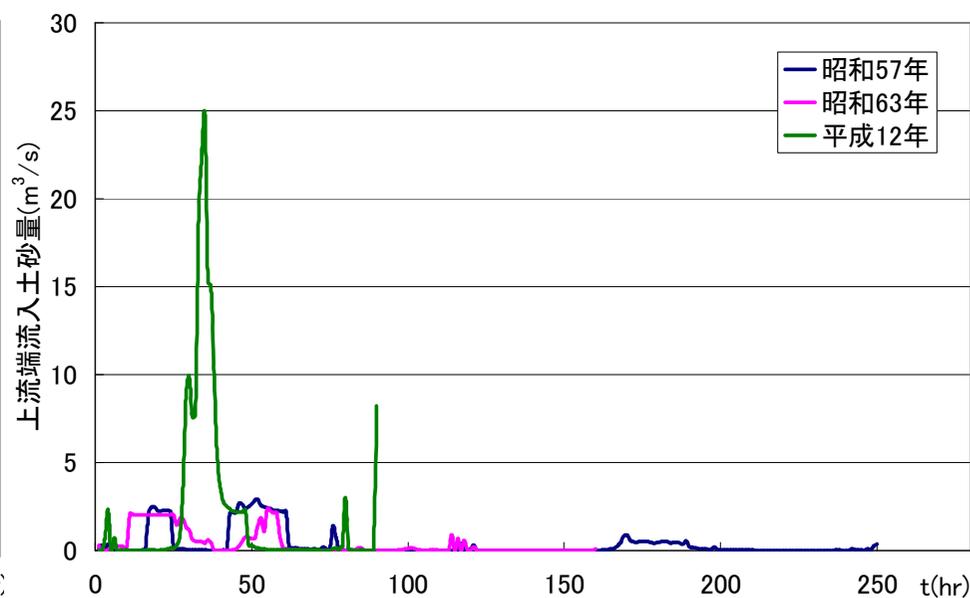
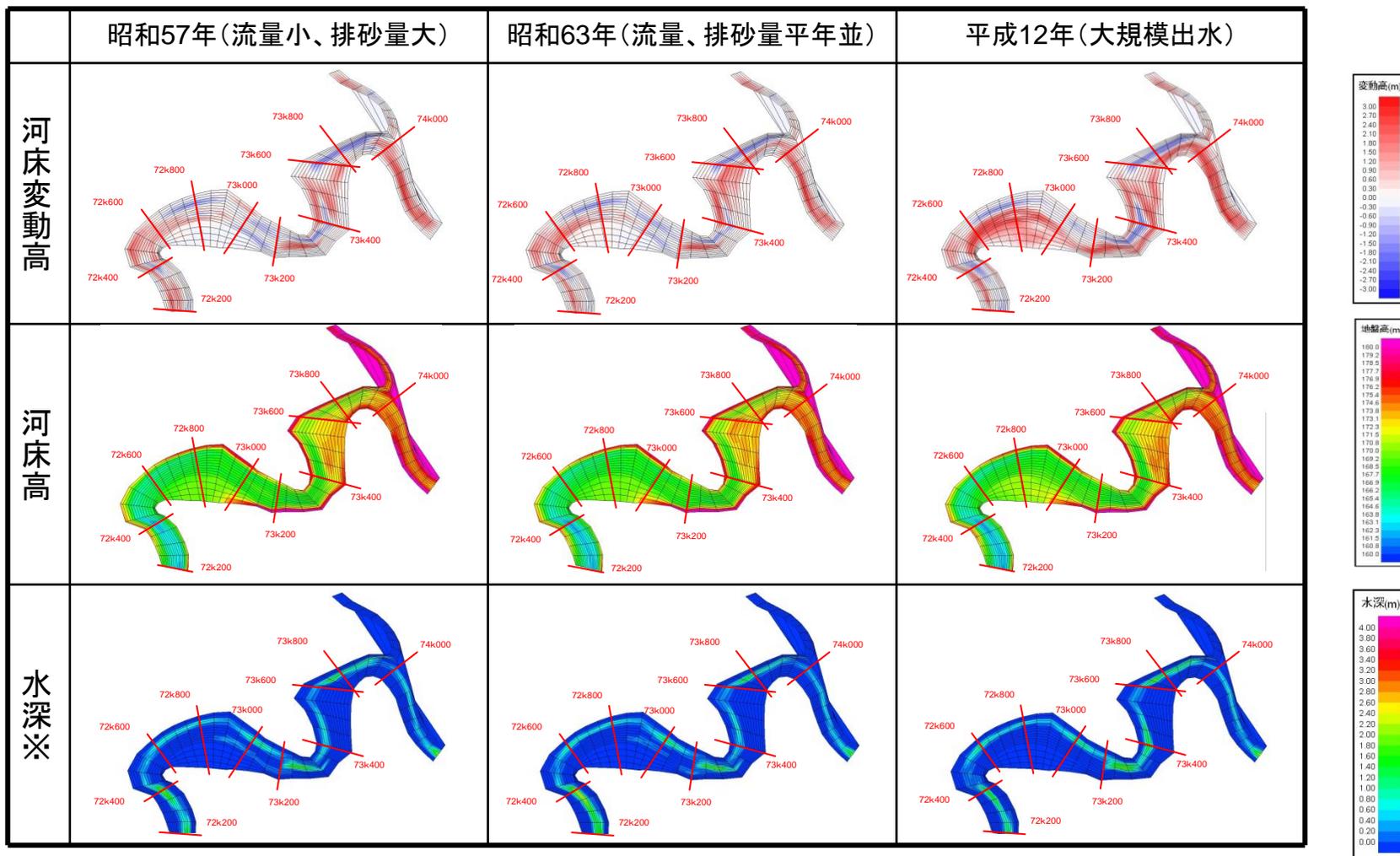


図 予測対象年の洪水時上流端流入土砂量

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 流量規模、排砂量が異なる3カ年を対象に河床高、水深、粒径の変化を予測した。
- 河床高は全体的に上昇傾向となるものの、湾曲部外側の淵は埋没せず維持されると予測される。

< 予測計算結果(通年) >



※水深は、1年後の河道を対象に、平常時の状況を見るため10m³/s流下時(想定値)を等流計算により求めた。

※初期河道は、平成19年レーザ航空測量データを基本とし、水面下は平成21年測量結果(出典:平成21年度 矢作ダム下流部環境調査業務)で河床高を補完した。

※初期河床材料は平成21年河床材料調査結果を用いた。(出典:平成21年矢作ダム貯水池堆砂対策施設検討業務)

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 矢作ダムからの排砂後は全体的には細粒化するが、湾曲外側の滞筋で一部粗粒化する箇所も認められる。
- 排砂地点直下の河道では全域で細粒化する傾向が認められる。

< 予測計算結果(通年) >

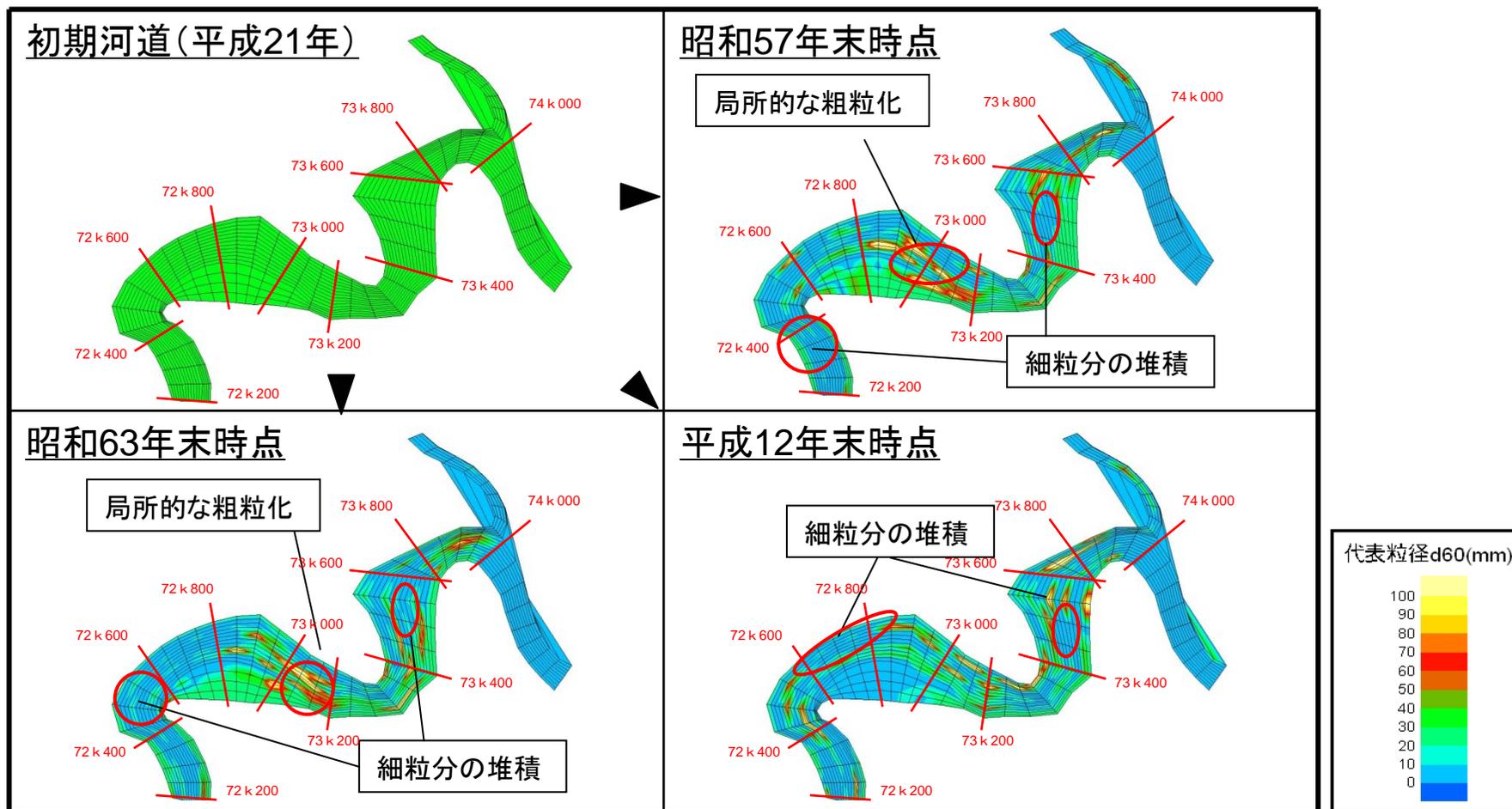
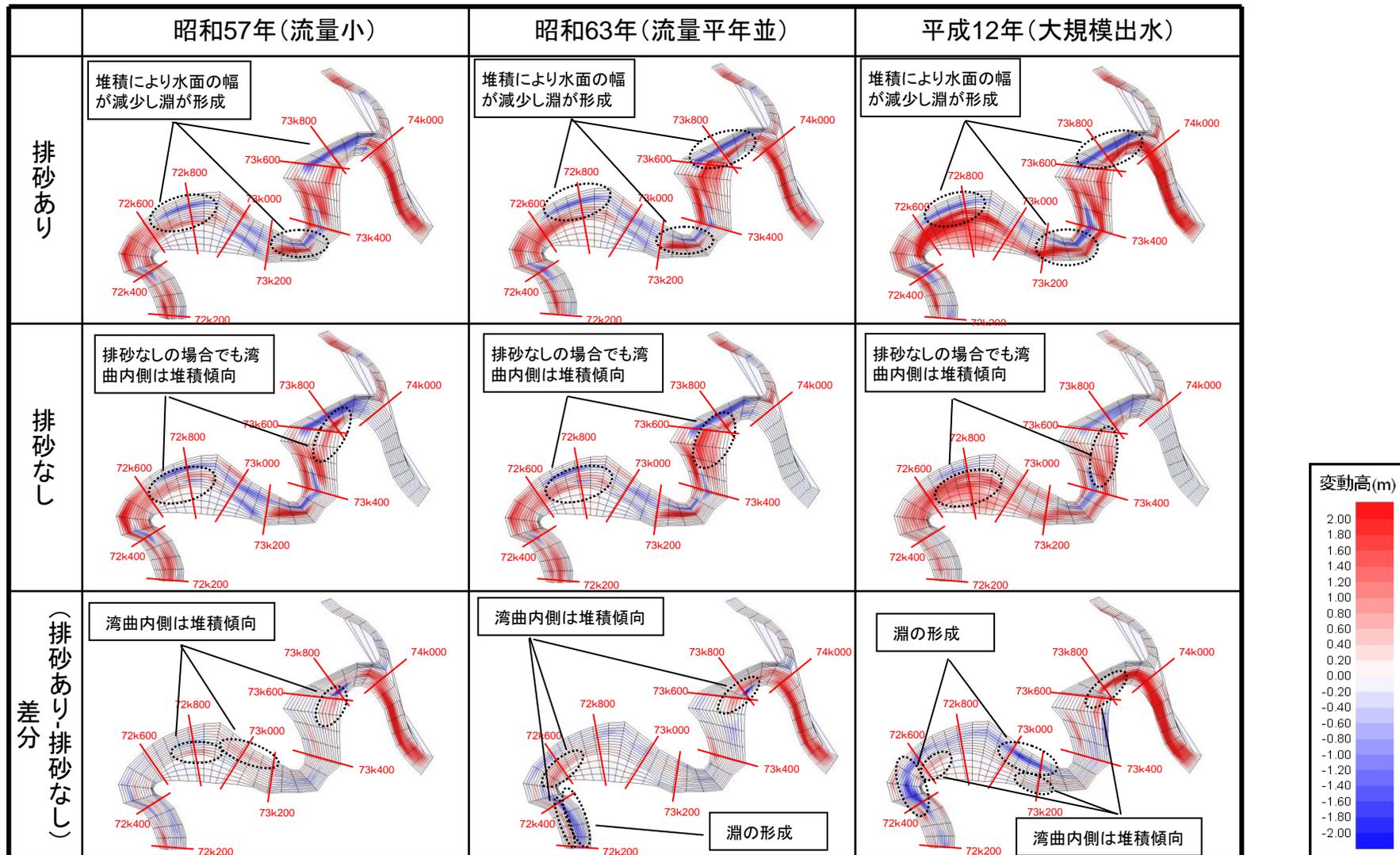


図 代表粒径 D_{60} の変化

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 昭和57年、昭和63年、平成12年の各洪水において、排砂を実施した場合と実施しない場合の河床変動高を整理した。
- 排砂を実施した場合、ダム直下への堆積が大きい。
- 明智川合流後の区間では、排砂ありの場合のほうが、排砂なしの場合よりも湾曲内側への堆積量が増加する傾向となる。
- 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。

<年間河床変動高>



2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算条件

- 予測の各対象年における1洪水を抽出し洪水時の河床変動高、水深等を時系列で整理することとした。
- 対象とした時刻は洪水の立ち上がり、ピーク時、減水時、終了時とした。

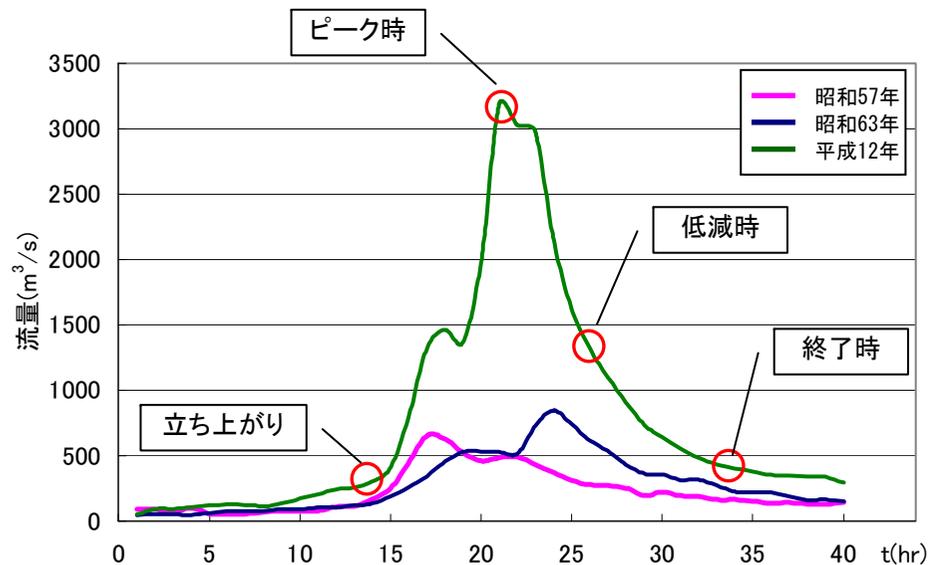


図 予測対象年のハイドログラフ

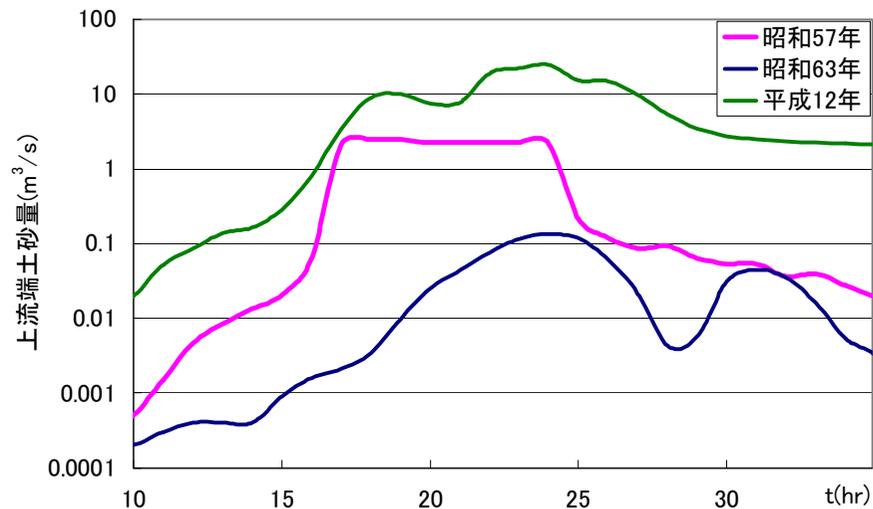
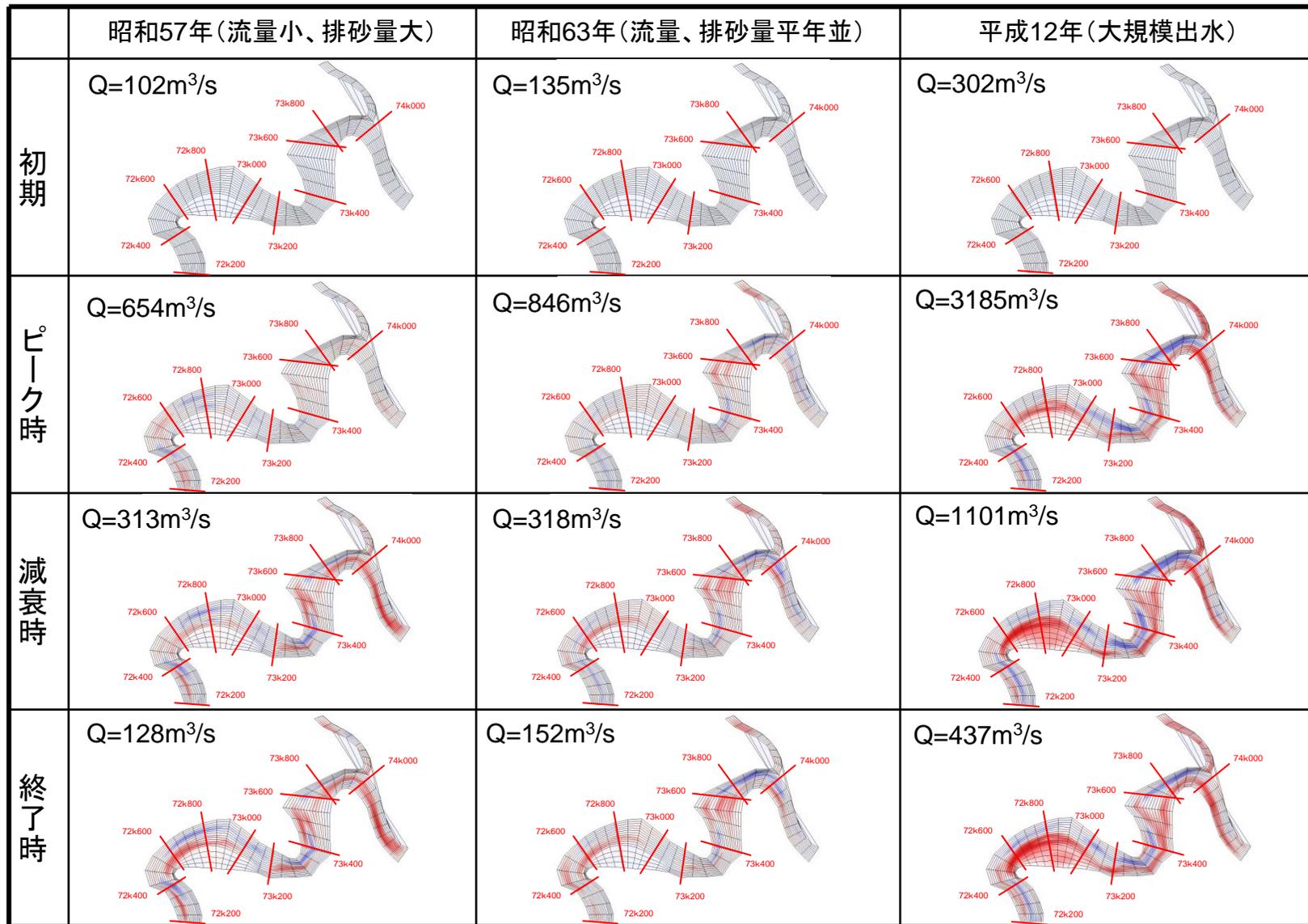


図 予測対象年の洪水時上流端流入土砂量

2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 1洪水時における河床高の時系列変化を整理した。
- 各年ともに、湾曲部外側の淵は埋没せず維持されると予測される。
- 低減期から洪水終了時にかけて堆積が進行する状況が認められる。

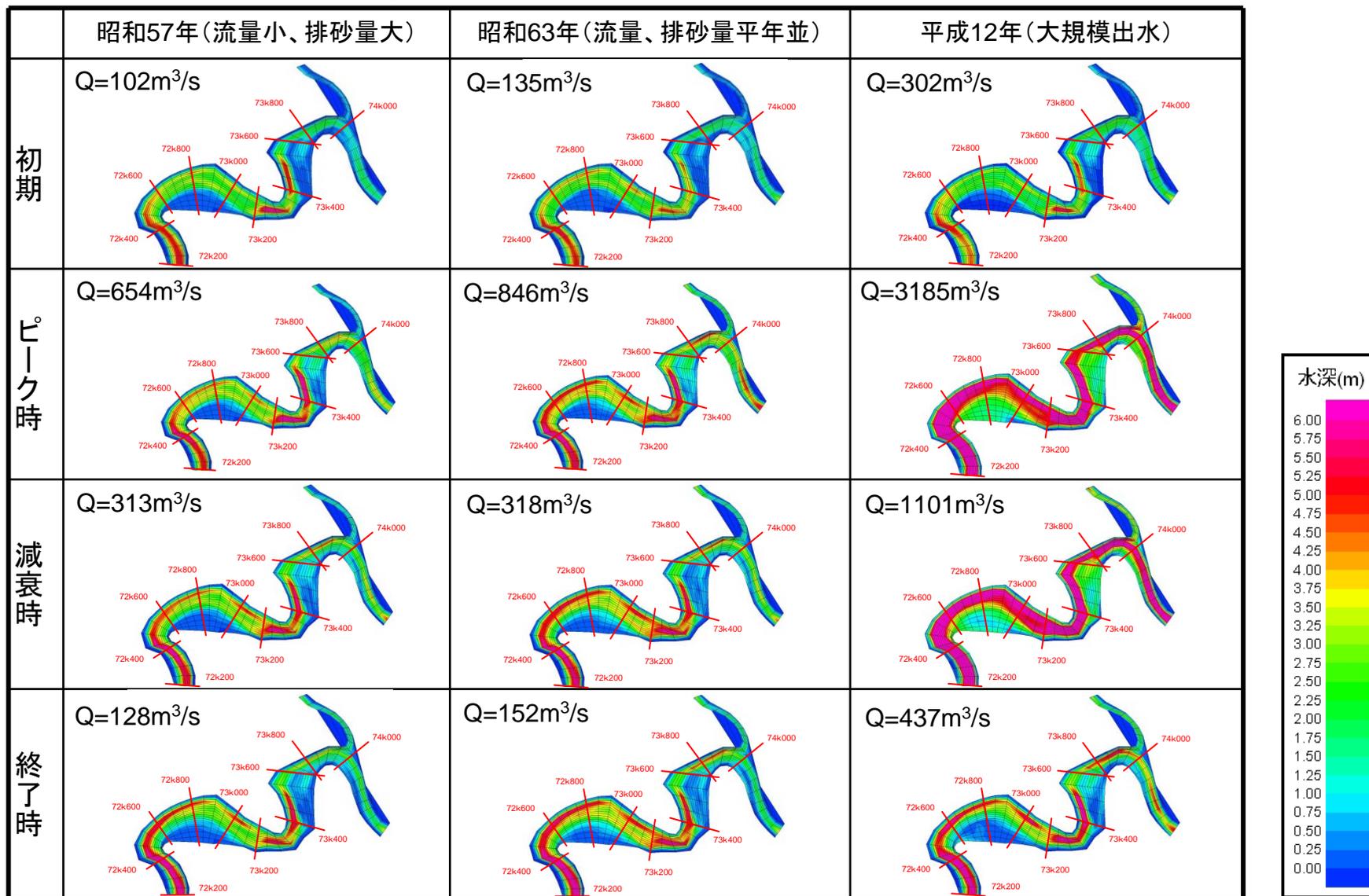
<洪水中の河床変動高時系列変化(1洪水)>



2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 1洪水時における水深の時系列変化を整理した。
- 各年ともに湾曲部外側の淵は埋没せず維持されると予測される。

<洪水時の水深時系列変化(1洪水)>



2.2 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 昭和57年、昭和63年、平成12年の各洪水時における粒径分布の時系列変化を整理した。
- 初期河床と比較すると、洪水時の砂分は全体的に増加傾向となり、ピーク後には減少傾向となる場合もある。

瀬、淵の代表的な地点として73k付近の松ヶ瀬と72.4k付近の築淵を選定



【洪水後の砂分流出の可能性について】
 平面二次元河床変動計算では、対象区間が急勾配(約1/140)であり、計算の安定性を確保するため対象流量を100m³/s以上とした。
 このため、洪水後の低流量時における土砂の挙動は把握できていないものの、覆砂実験の結果からは表層に堆積した砂分は徐々に流出すると推察される(昨年度の覆砂実験では、H22.2月の出水により、ほぼすべての覆砂が流出した)。
 今後、覆砂実験により、さらなる低流量時における砂分の流出状況の定量的な把握が必要である。

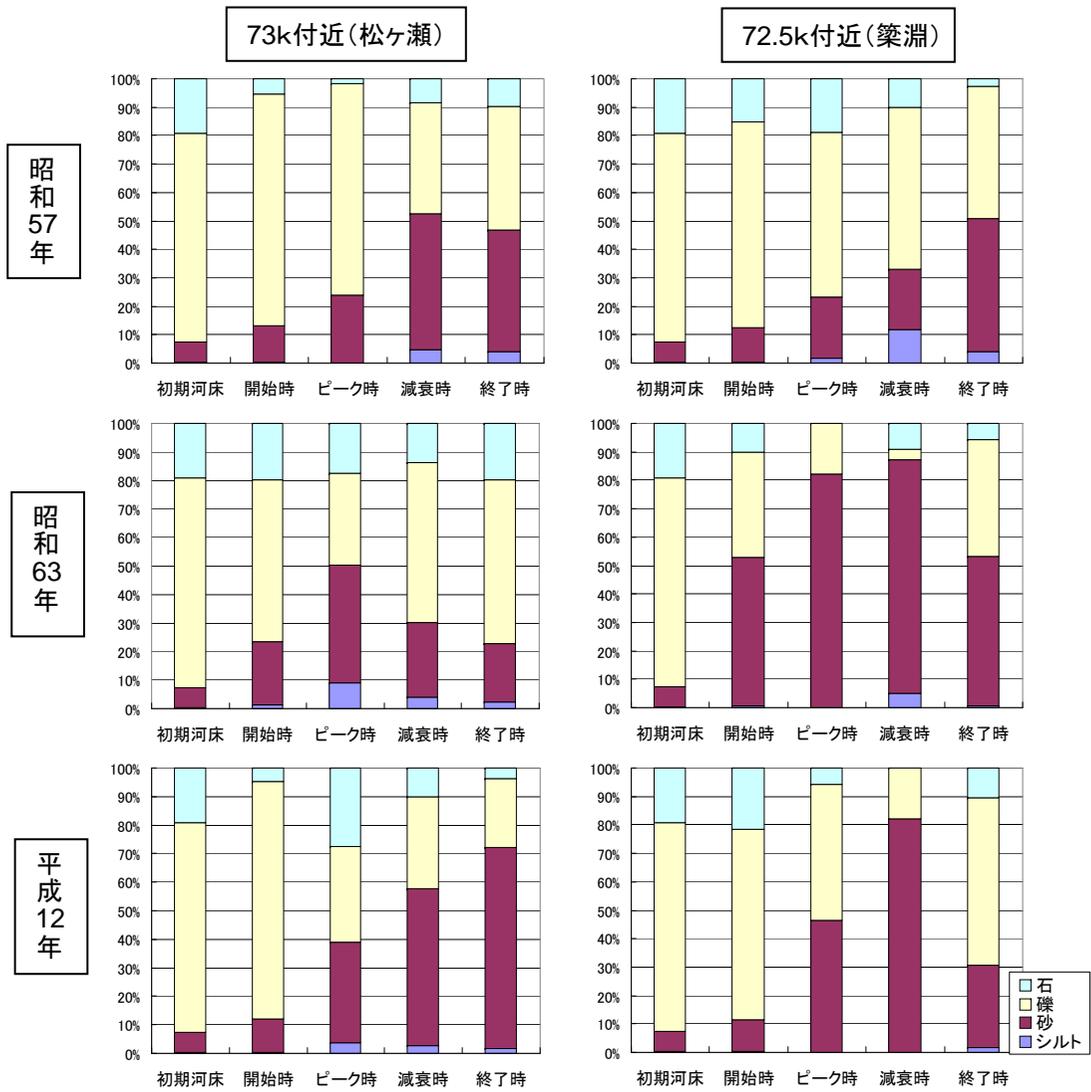


図 河床材料の構成比の時系列変化

【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 平面二次元河床変動計算による評価：予測計算結果

- 昭和57年、昭和63年、平成12年の各洪水時における松ヶ瀬、築淵地点での横断方向の河床高の時系列変化を整理した。
- 築淵付近などの湾曲の内側では堆積する傾向が大きい。
- 築淵付近では河床変動が大きく、洪水時の洗堀、埋め戻しが確認できる。
- 湾曲部内側では堆積傾向が大きく、砂分の堆積が長期間継続した場合には、植生が侵入しやすくなる可能性が考えられる。

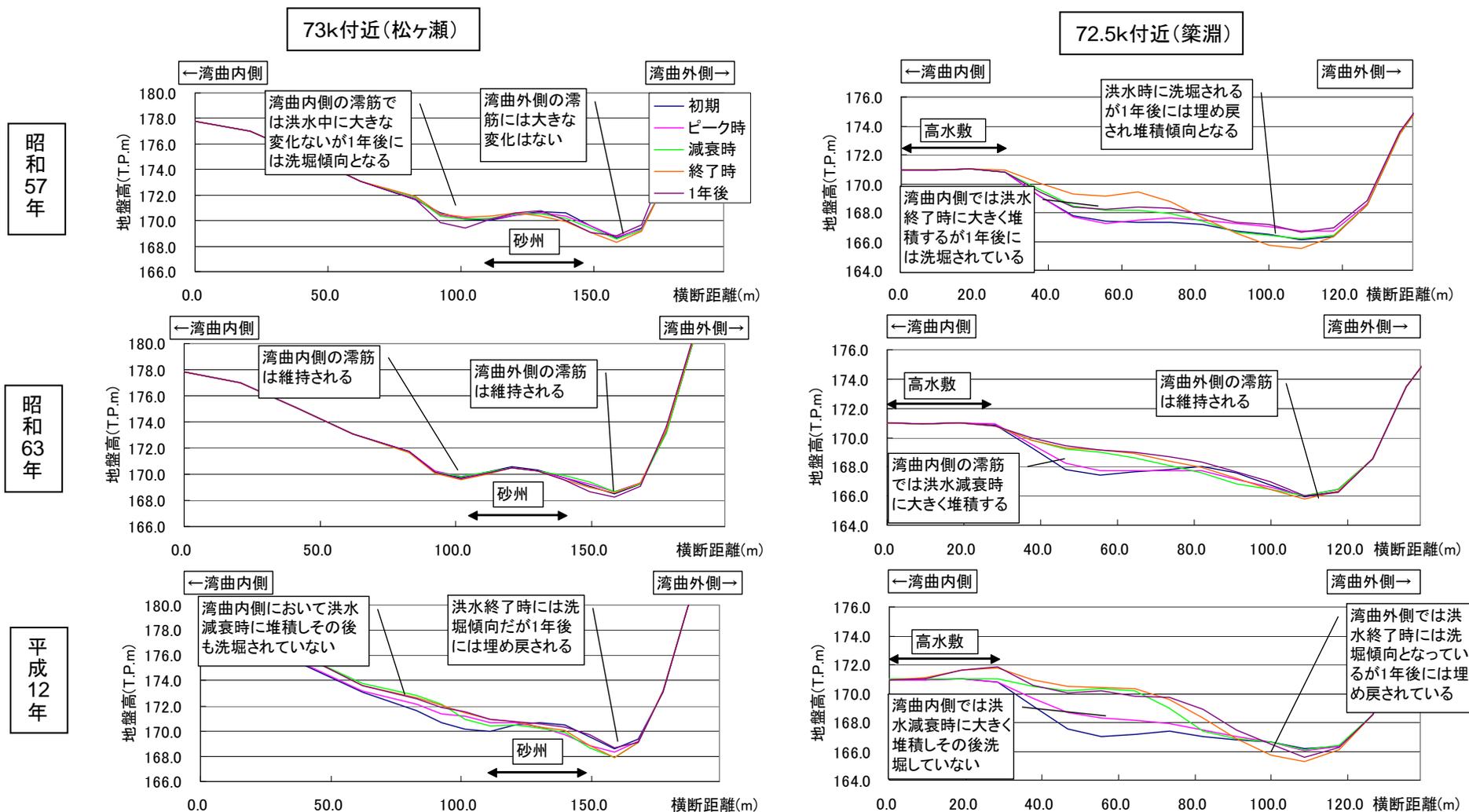


図 横断方向の河床高の時系列変化

2.3 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のみには生息・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。
- 一方、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などから、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		OC ^{※6} 排出量(万t-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				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)				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)				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)				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)				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)				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)				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)				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)				22.3 (13.5)	13.8 (5.6)	12.0 (2.8)	○	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)				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。

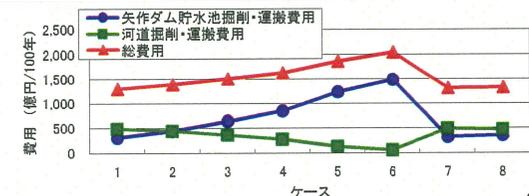
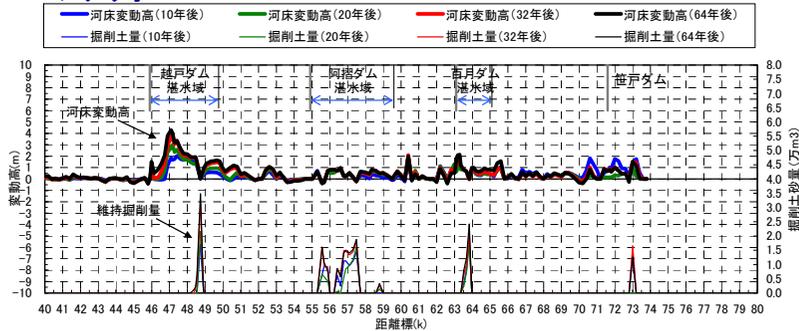


図 総費用の比較

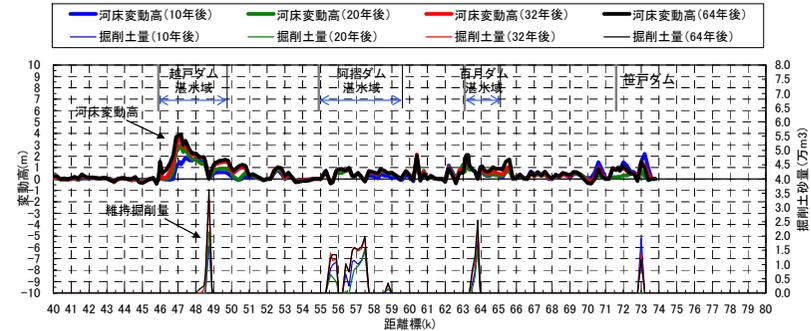
2.3 保全対策の検討

- 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。

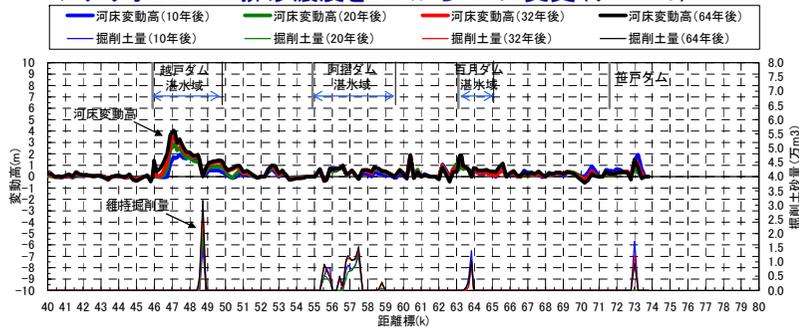
シナリオ2-2-1



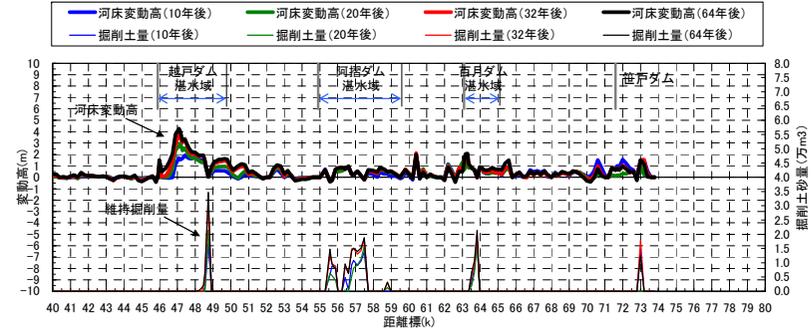
シナリオ2-2-1+排砂濃度を2%から5%に変更し、低減期に排砂停止※1(ケース7)



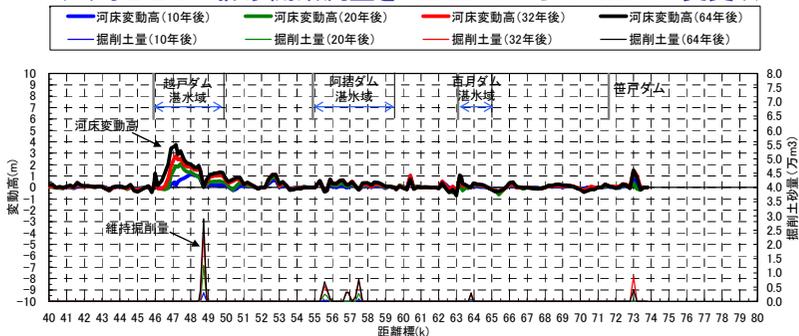
シナリオ2-2-1+排砂濃度を2%から1%に変更(ケース3)



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)

2.4 環境影響の評価の更新

- 排砂による影響の可能性のある区間のうち湾曲区間では、濬筋の堆積厚は一次元河床変動計算による河床上昇量よりも小さくなると推察されることから、堆積による生物への影響は、平成21年度の環境影響の評価結果に比べ小さくなる可能性がある。
- 平面二次元河床変動計算の結果、湾曲部外側では、局所的に粒径が粗粒化する傾向がある。これらの領域では、石礫を利用する魚類等の生息場が維持できる可能性がある。
- 一次元河床変動計算による評価では、影響が生じる堆積厚や砂分の割合の閾値を仮定していることから、現時点での評価試案である。今後モニタリングにより検証していく必要がある。

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	
	湛水域				河川区				湛水域				河川区			湛水域			河川区										
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																											
	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) 遡上期 活動期 繁殖期																											
底生動物	環境に特徴的な種	ナベバタムシ																											
	掘潜型																												
	造網型																												
	携巢型																												
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																											

: 瀬
 : 淵
 : 湛水域
 : 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)。
 : 排砂による影響の可能性のある区間のうち、湾曲部に該当する区間。石礫を利用する魚類等の生息場が維持できる可能性がある。

An aerial photograph of a wide river system, likely the Tone River, featuring a large dam structure in the foreground. The surrounding area is densely populated with buildings and infrastructure. A semi-transparent grid overlay is present in the center of the image.

3.土砂管理シナリオの検討

- 3.1 土砂生産領域のシナリオの検討
- 3.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオの検討
- 3.3 河川領域のシナリオの検討
- 3.4 河口・海岸領域のシナリオの検討
- 3.5 土砂管理シナリオのまとめ



3.1 土砂生産領域のシナリオの検討

3.1.1 土砂生産領域の課題

3.1.2 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性

3.1.3 土砂生産領域の土砂管理シナリオの方向性

3.1.1 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

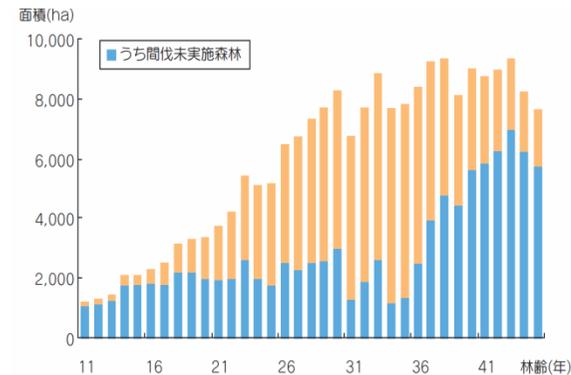


図 間伐対象森林と間伐未実施森林面積(岐阜県の例)
出典:岐阜県森林づくり基本計画

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

3.1.2 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

- 土砂生産領域における砂防・治山施設の整備状況がダム堆砂量にどのような影響を与えているかを把握するため、流入量、雨量を指標に、ダム堆砂量の経年的な変化の傾向を整理した。
 - ✓ 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。
- ⇒ 実績データから砂防・治山施設の整備効果を把握することが困難であったため、矢作ダムへの流入土砂量(L-Q式による推参)を指標とし、砂防・治山施設整備が矢作ダムの土砂排出状況にどのような影響を与えるか次頁で推算を試みた。

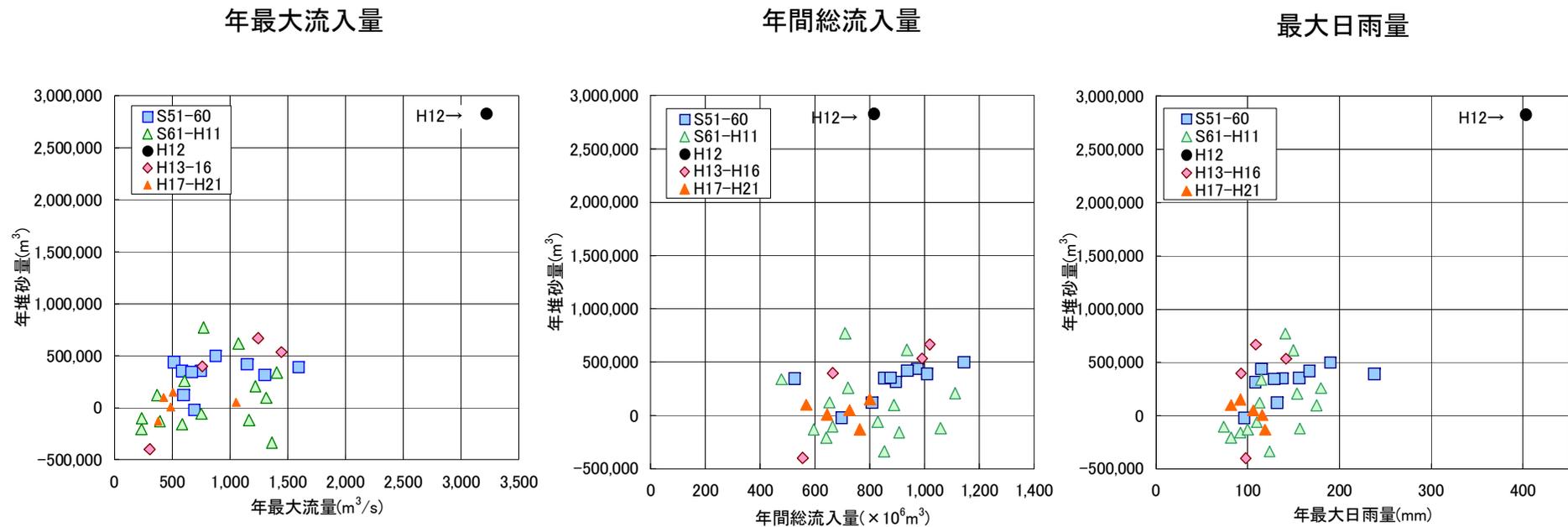
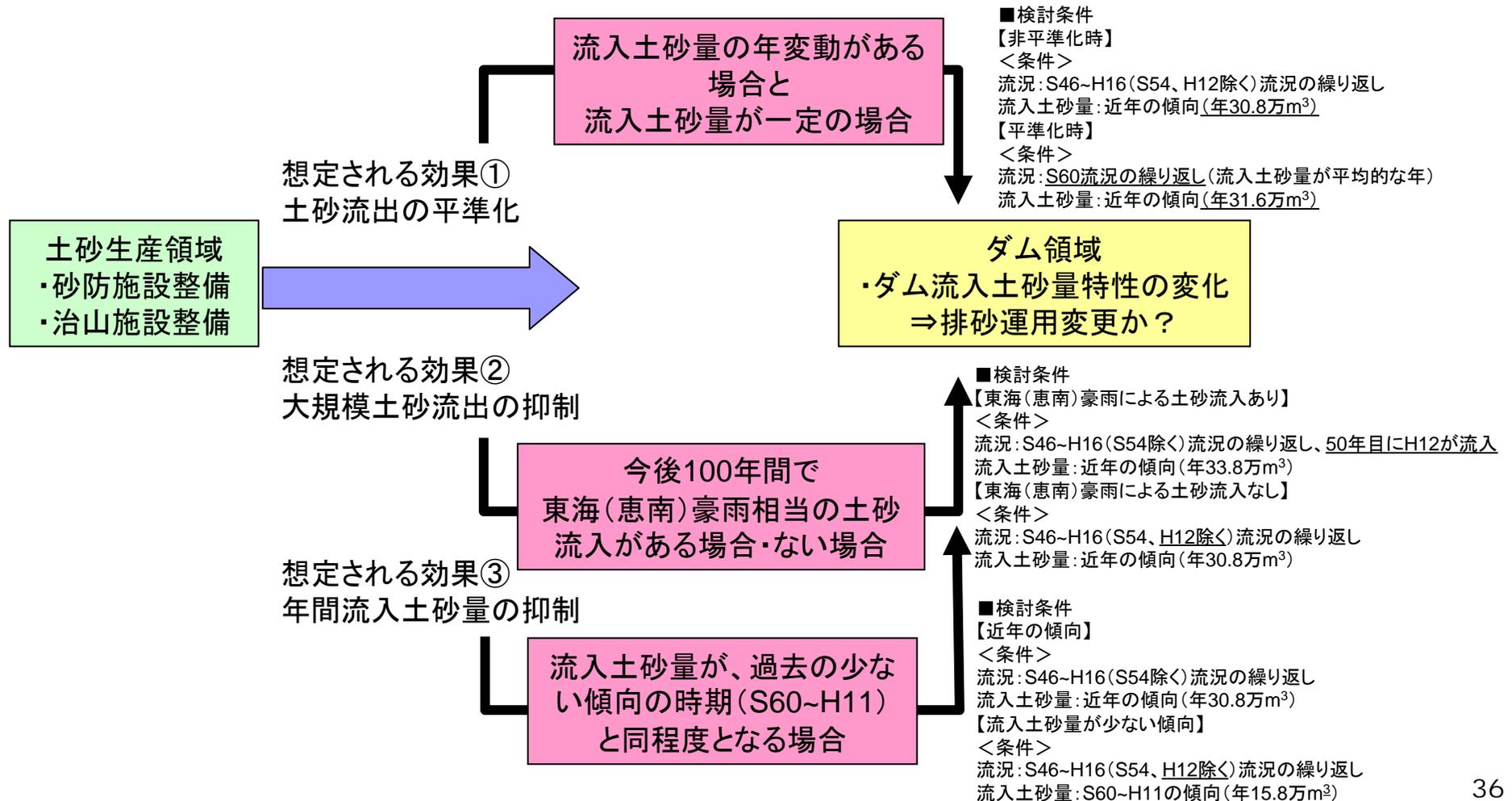


図 矢作ダム堆砂量と各種外力の関係

3.1.2 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)



3.1.2 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

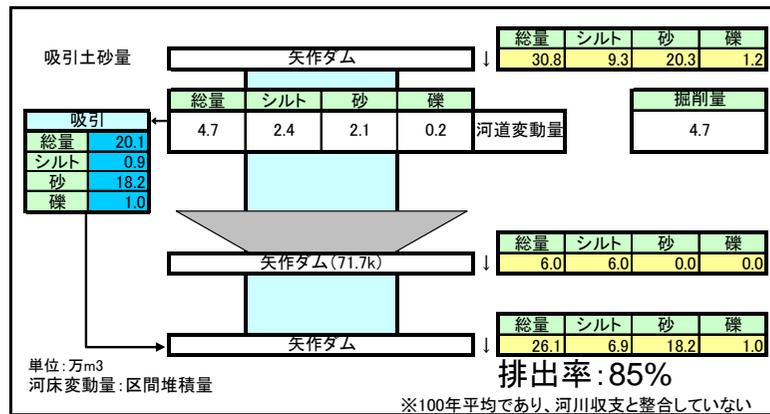
- 定性的には、砂防・治山施設の整備に伴い、生産土砂量が平準化する可能性が想定される。
 - これを踏まえ、矢作ダムへの流入土砂量の条件を2パターン(①非平準化時、②平準化時)を想定し、矢作ダムからの排砂効率に与える影響を貯水池河床変動計算モデルにより求めた。
 - この結果、平準化することによって排出率※が若干低くなるが、大きな効果、影響は確認できない。
 - これは流況が単一であることも理由と考えられる。
- ※排出率:年平均排出土砂量÷年平均流入土砂量(全粒径)

【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)

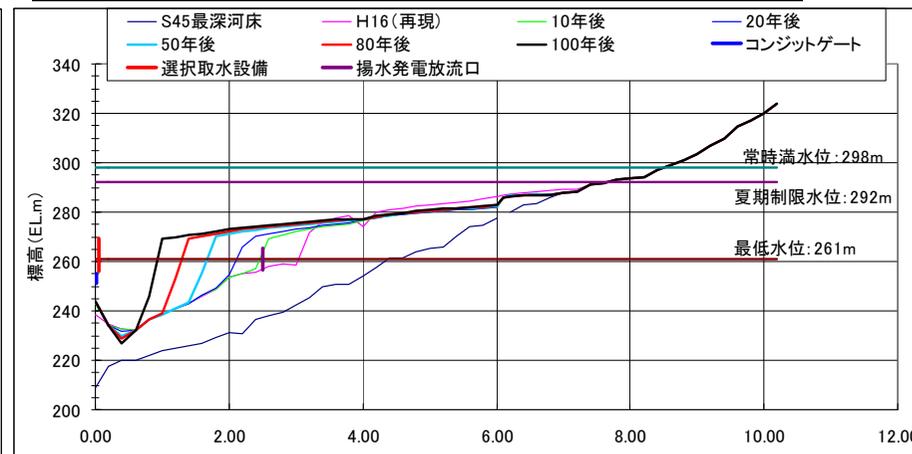
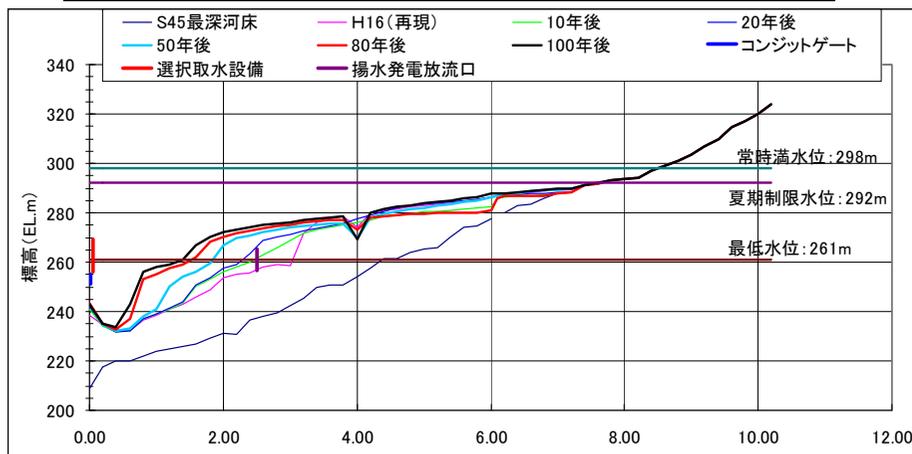
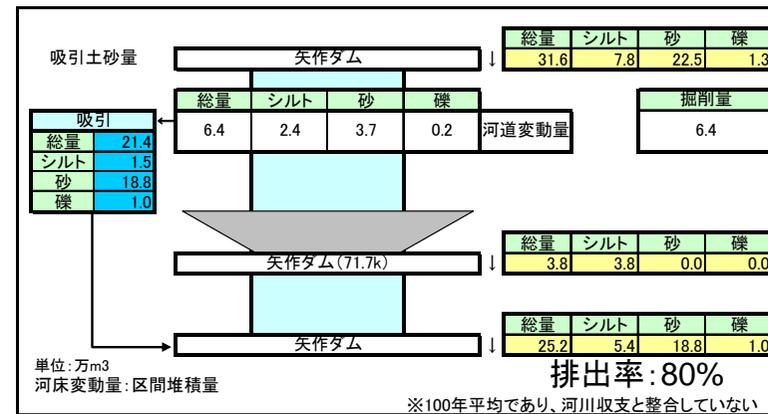


【平準化時】

<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)



3.1.2 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

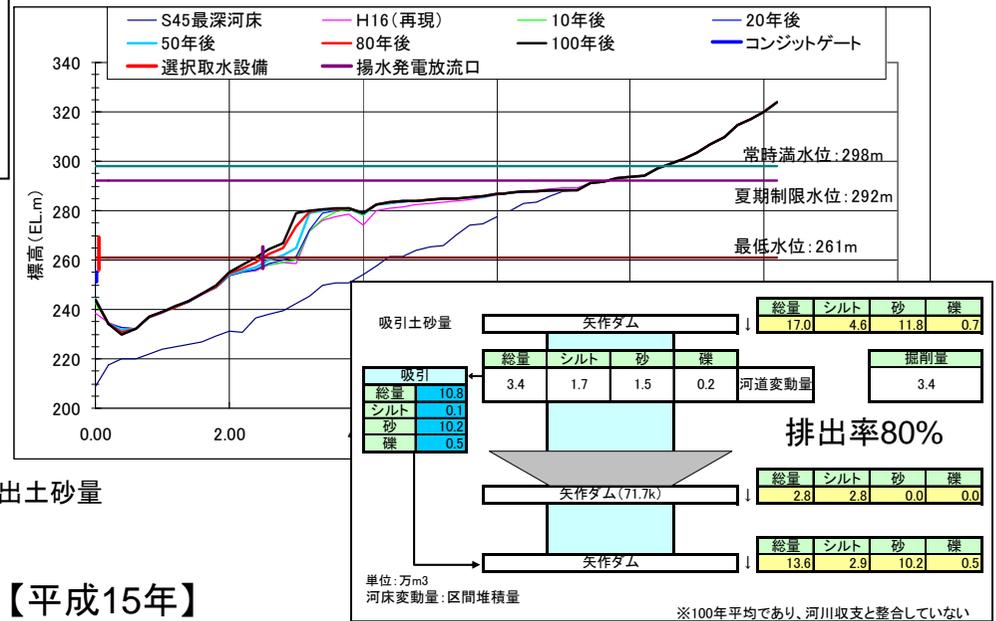
H13は流入土砂量が少なく、堆砂の進行は小さい。排出率は80%を維持

流入土砂量・排出土砂量
 排出率とも平均

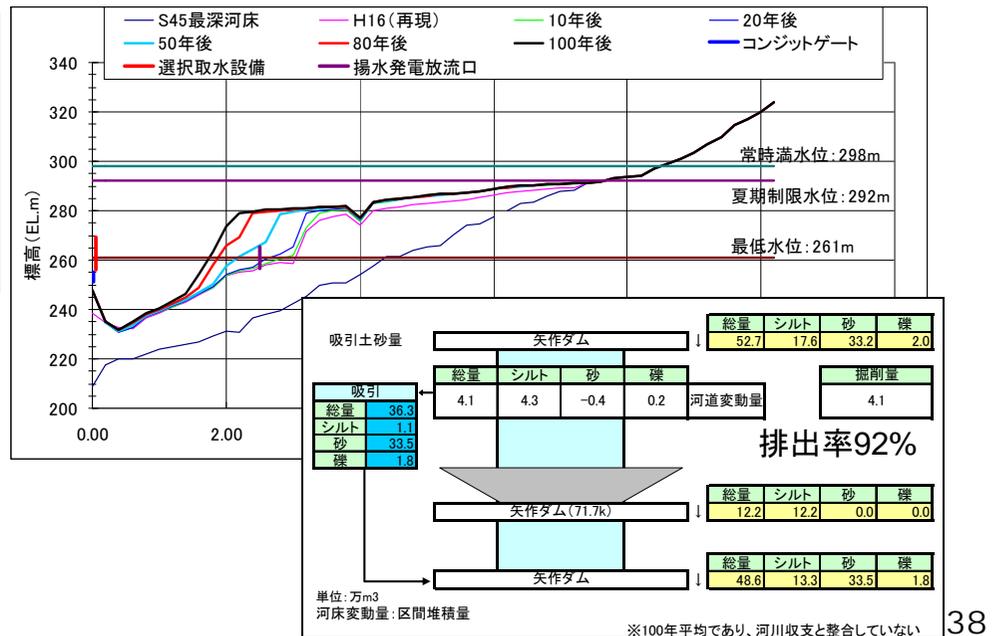
H15は流入土砂量が多く、堆砂の進行は大きい。排出率は堆砂に連れ上り、100年平均では92%となる。

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】



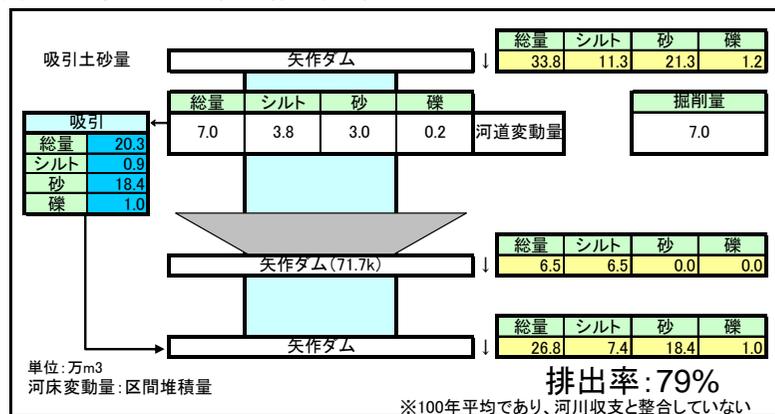
3.1.2 土砂生産領域管理者の取り組みとダム領域との関連性：大規模土砂流入抑制効果

- 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>

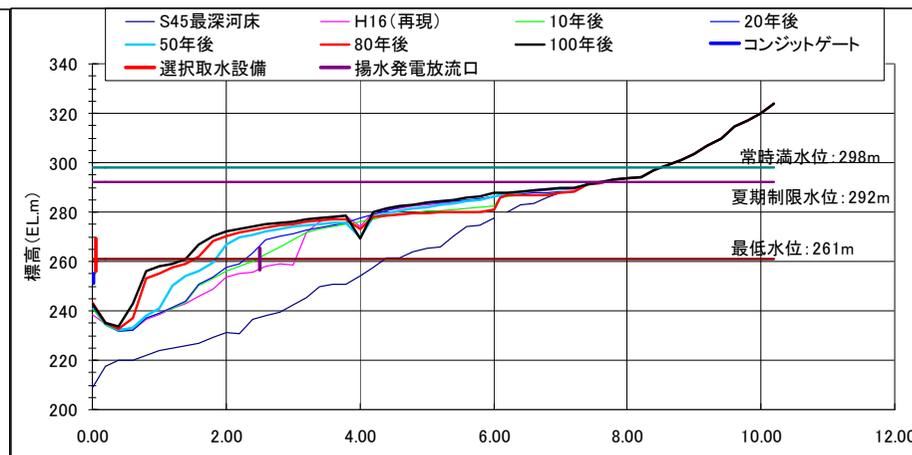
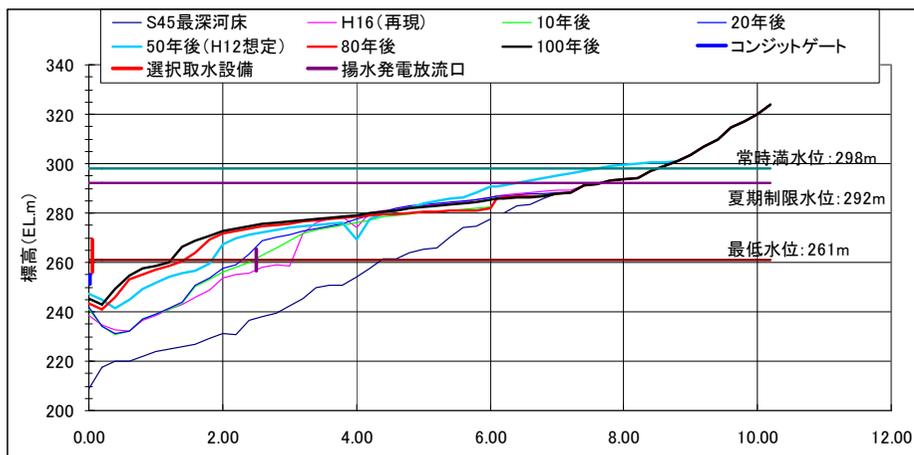
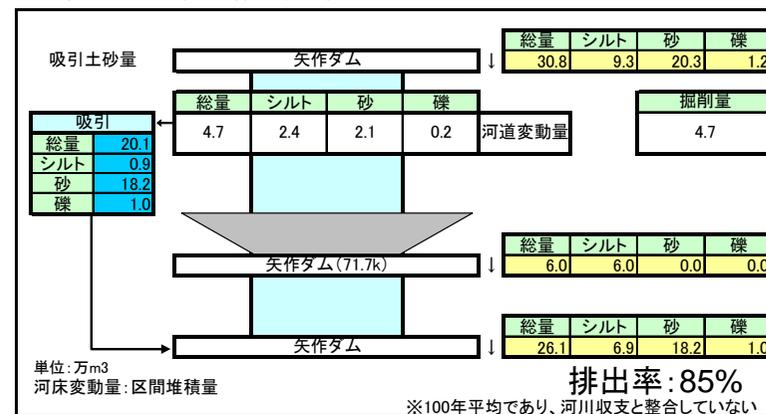
流況：S46~H16(S54除く)流況の繰り返し、50年目にH12
流入土砂量：近年の傾向(年33.8万m³)



【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)



3.1.2 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

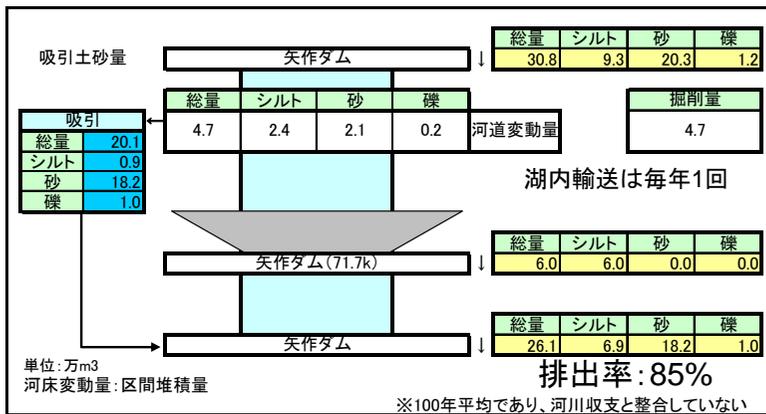
- 定性的には、砂防・治山施設の整備に伴い、年間の発生土砂量を抑制できると想定される。
- これを踏まえ、矢作ダムへの流入土砂量の条件を2パターン(①近年の傾向②流入土砂量が少ない傾向)想定し、矢作ダムからの排砂効率に与える影響を貯水池河床変動計算モデルにより求めた。
- この結果、流入土砂量が少ない傾向(15.8万m³/年)まで抑えられれば、排砂効率は100%が期待できる。
- また、下流排出土砂量も少なくなり、全体コストも大幅に抑えることができる(排砂バイパス建設の費用は、維持掘削・運搬の費用より小さくなり、流入土砂量が少ない場合でも、排砂バイパスの妥当性は成り立っている)。

【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)

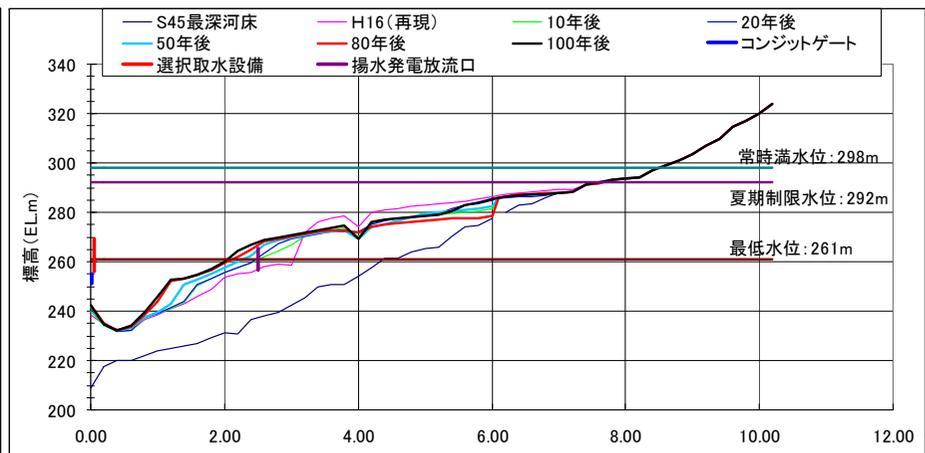
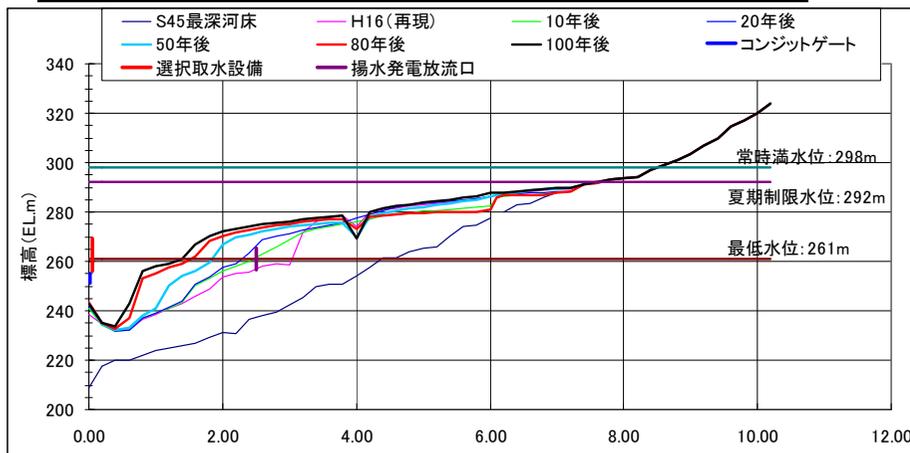
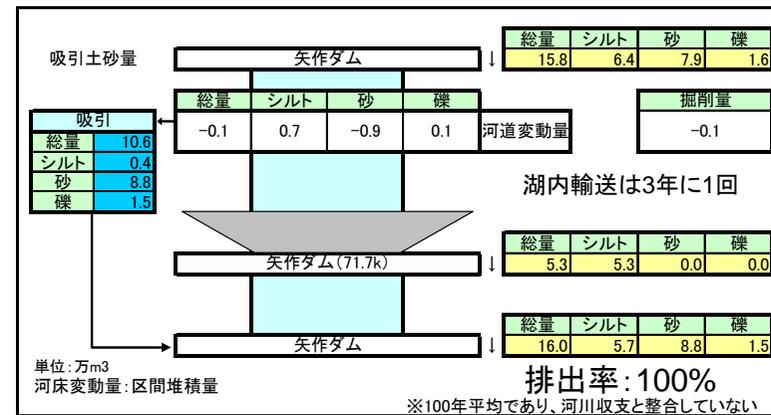


【流入土砂量が減少した場合】

<条件>

流況：S46~H16(S54除く)流況の繰り返し

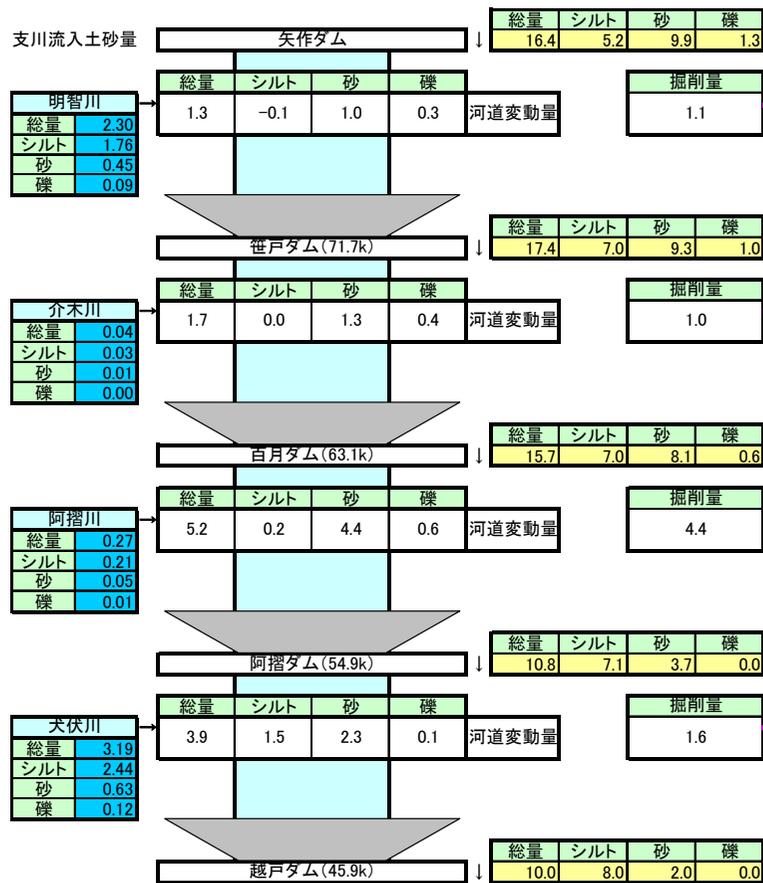
流入土砂量：S60~H11の傾向(年15.8万m³)



3.1.2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

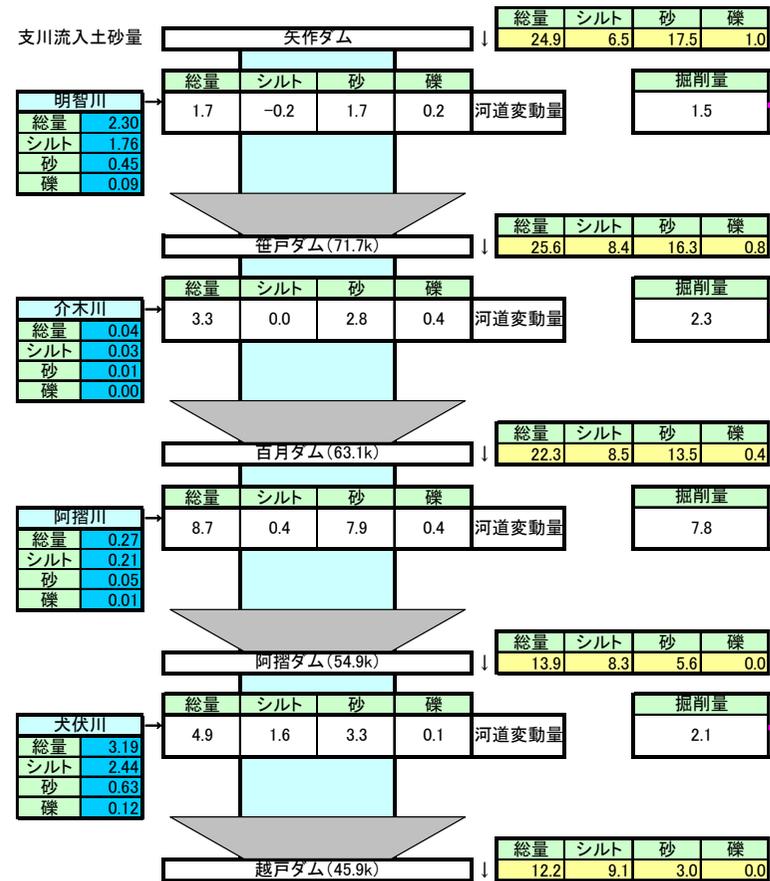
- 矢作ダムへの流入土砂量が減少した場合を対象に、ダム領域における維持掘削量および、河川領域への供給土砂量の変化を把握することとした。
- 流入土砂減少時には、維持掘削量は13.7万m³/年から8.2万m³/年に減少し、越戸ダムの通過土砂量は砂分で3万m³/年から2万m³/年に減少する。
- 河川領域への土砂供給量が減少することから、環境面の目標達成が困難(より一層長期化)となる可能性がある。
- 土砂生産領域における平常時の土砂供給について調整を図っていくことが必要である。

【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

3.1.3 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>

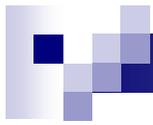
- 管理者へのアンケートから整理。
- 土砂生産領域での施策(砂防ダム等)とダム領域での施策(排砂運用等)の関連性を確認する必要がある。

<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。
- 砂防・治山施設整備により生産土砂量そのものが減少すると、バイパス排出効率の増大や、維持掘削量の低減が期待されるが、環境回復の長期化を招くことになると想定され、今後管理者間で調整を図る必要がある。

<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。



3.2 ダム領域(矢作ダム下流区間)のシナリオの検討

3.2.1 有力シナリオの内容、結果の整理

3.2.2 維持掘削未実施期間における土砂堆積の影響

3.2.3 土砂維持掘削・運搬の実現性

3.2.4 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

3.2.5 ダム領域の土砂管理シナリオの抽出

3.2.1 有カシナリオの内容、結果の整理

- 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)							

※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、費用約5億円と仮定しているが、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。44

3.2.1 有力シナリオの内容、結果の整理

- 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。
- また、毎年末に一度実施する維持掘削の未実施期間内における土砂堆積により、治水安全度が低下しないか確認した。

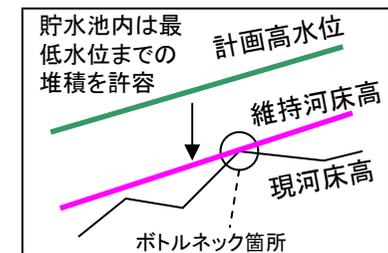
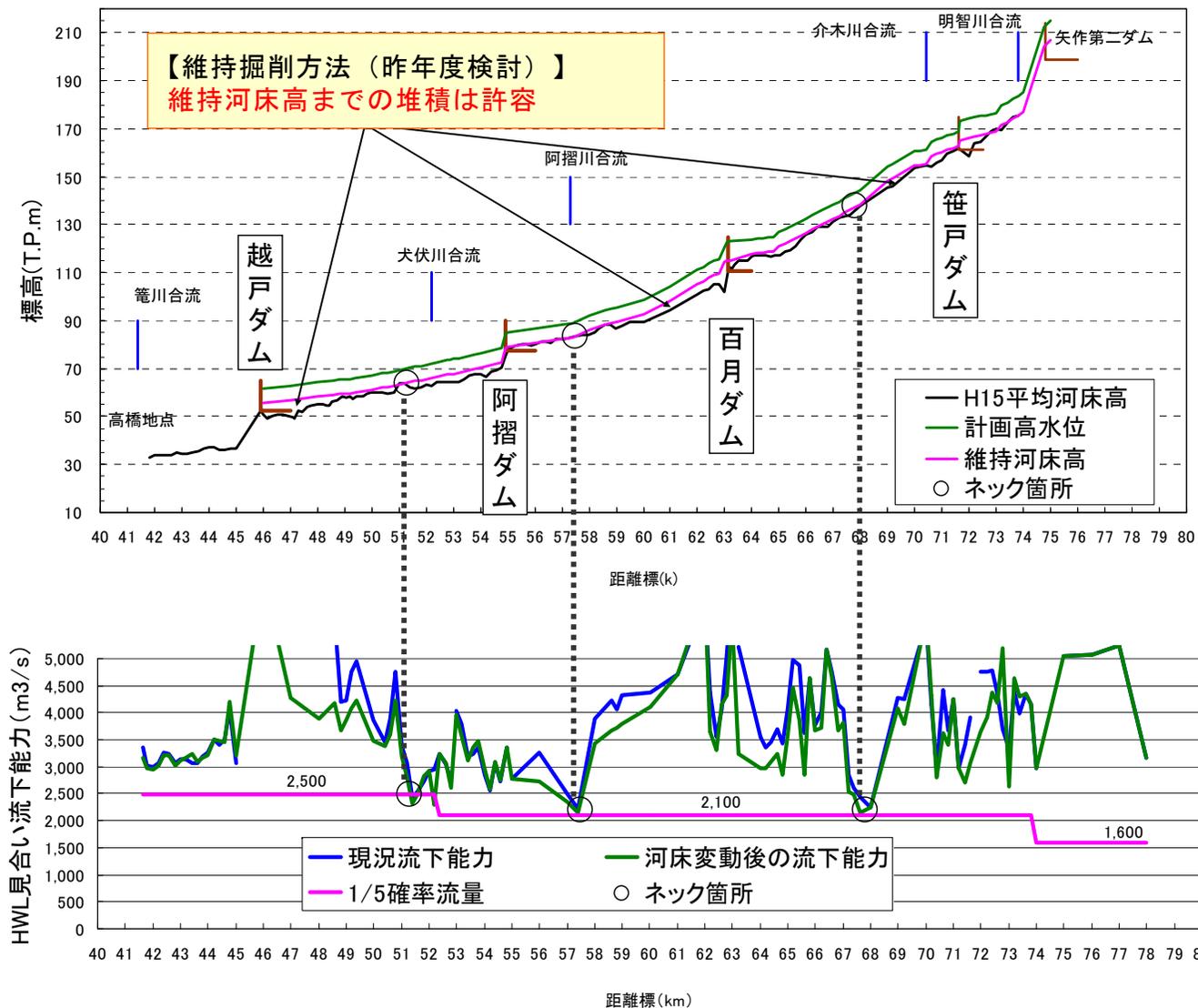
<シナリオ評価のまとめ>

検討ケース	条件								評価指標								
	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kg- CO ₂ /年)	トラック 通過台数 (台/年)	他河川 の美観	有力策	
		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	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	○	
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)	○	98.9	58,844	○	
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	○	○
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	○	
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)	13.9 (5.6)	12.2 (3.0)	○	110.7	48,985	○	○
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)	13.9 (5.6)	12.7 (3.5)	○	118.5	48,490	○	
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	○	△
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	○	(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	○	(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	○	(参考)

※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、費用5億円と仮定しているが、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: 総費用にはリスク対応施設も含む。
 ※8: 通過土砂量のうち、かっこなしの数量は総量を示し、かっこ内の数値は砂分を示す。

3.2.2 維持掘削未実施期間における土砂堆積の影響

■ 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

3.2.2 維持掘削未実施期間における土砂堆積の影響

■ 1/5確率流量に相当する昭和50年、昭和58年洪水が生じた場合でも、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)

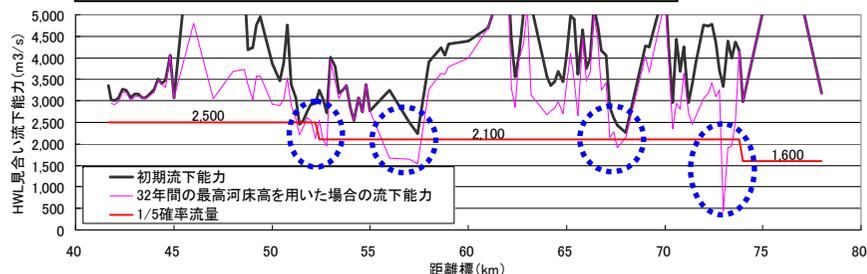


図 32年間の最高河床高を用いた場合の流下能力

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

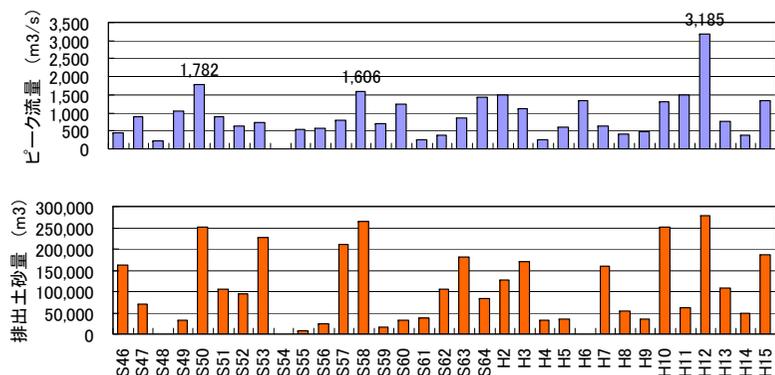
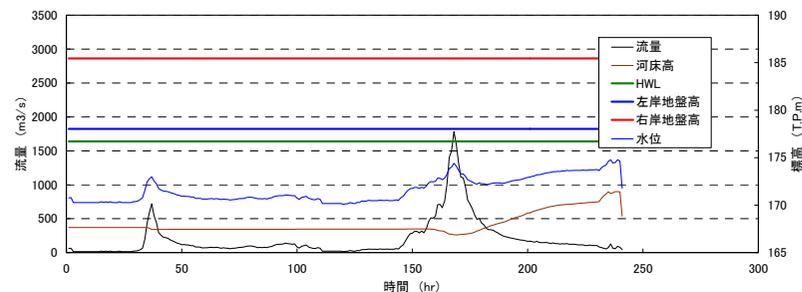


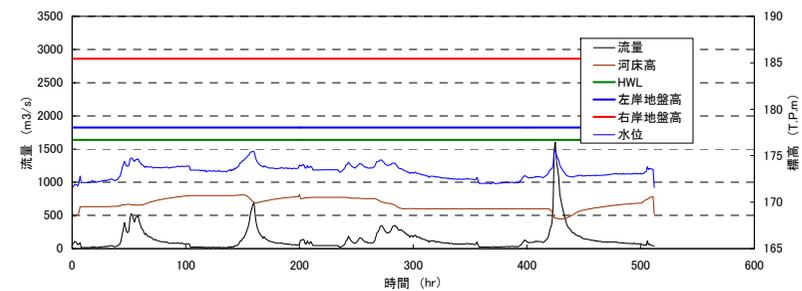
図 矢作ダム放流ピーク流量及び排出土砂量

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

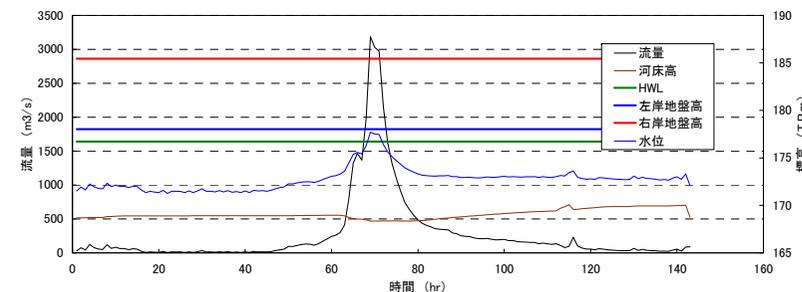
73.0km地点、昭和50年



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。

3.2.2 維持掘削未実施期間における土砂堆積の影響

■ 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。

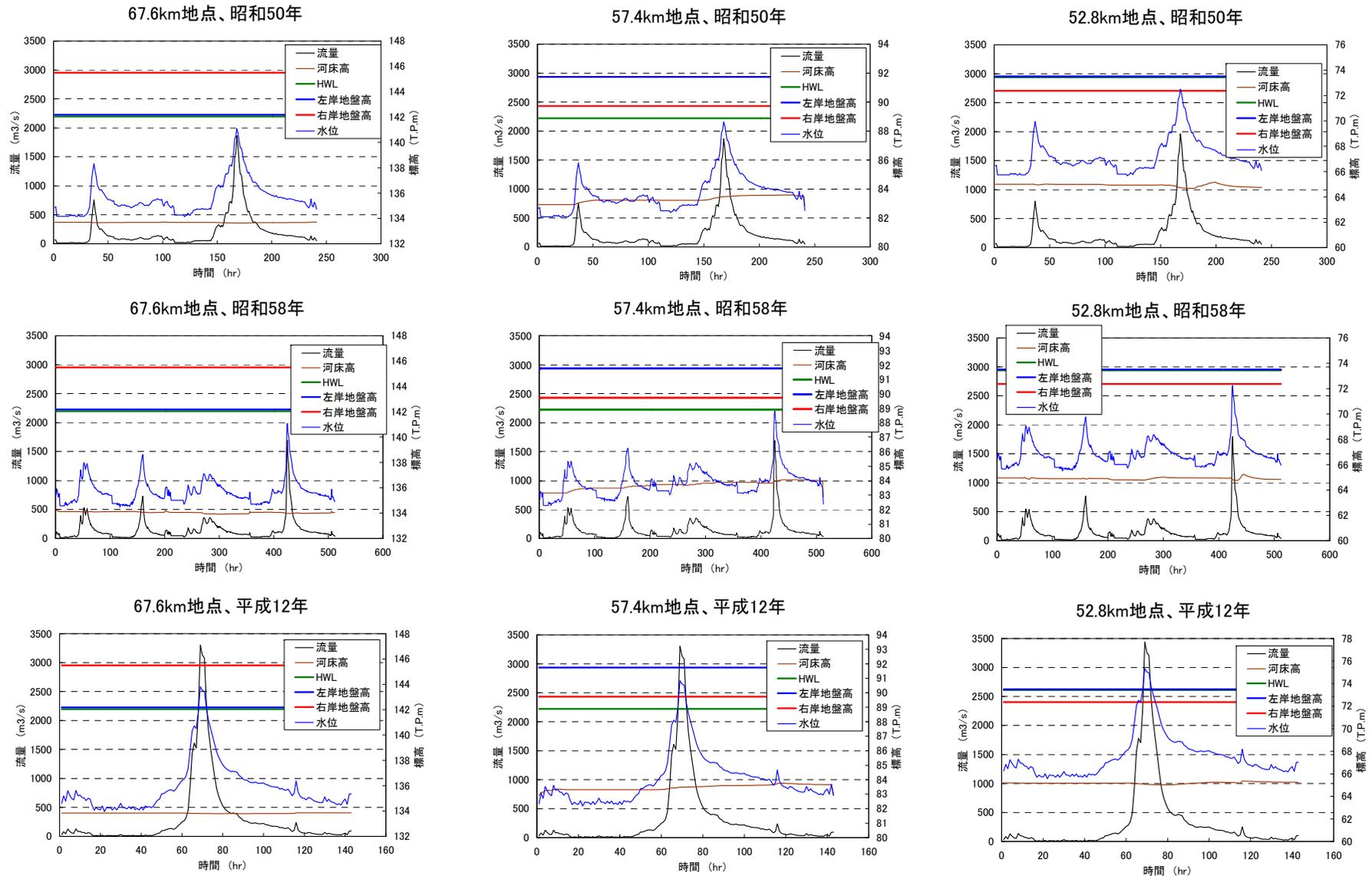


図 流量及び水位の時系列変化(一次元河床変動計算結果、67.6k、57.4、52.8k)

3.2.3 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。



図 掘削必要箇所①(越戸ダム湛水域)

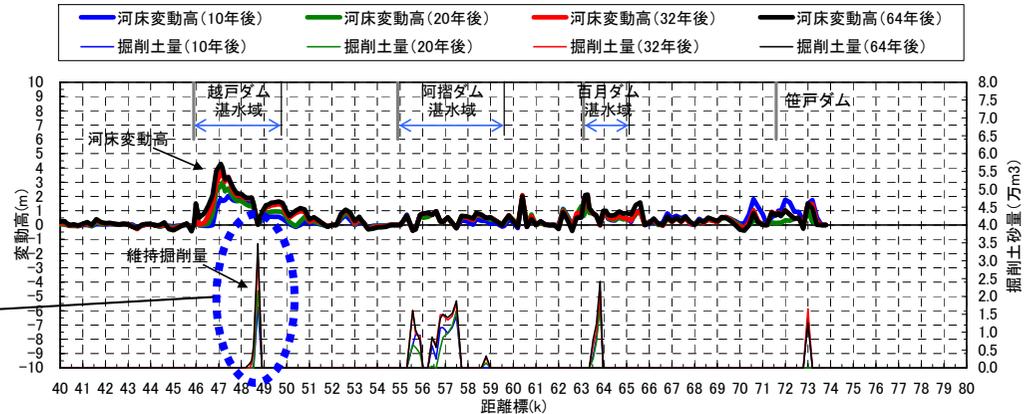
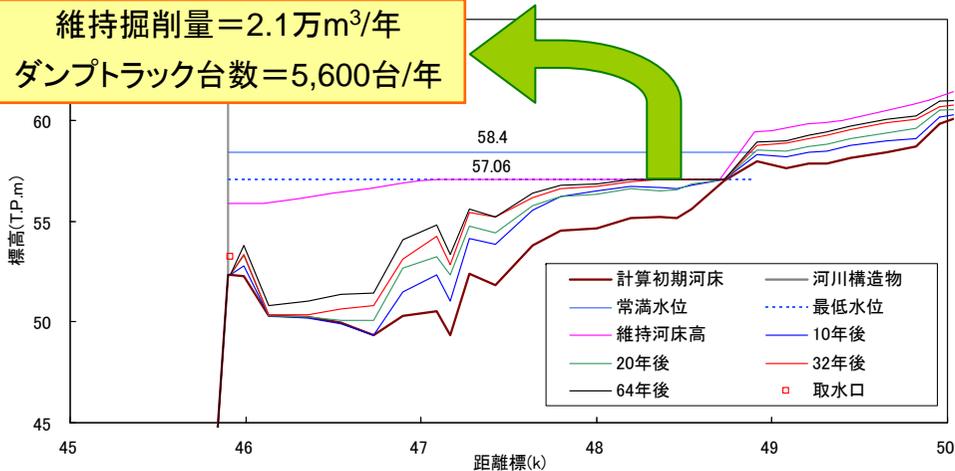


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※ダンプトラック台数は、10トントラック、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)

3.2.3 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の上流最低水位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)

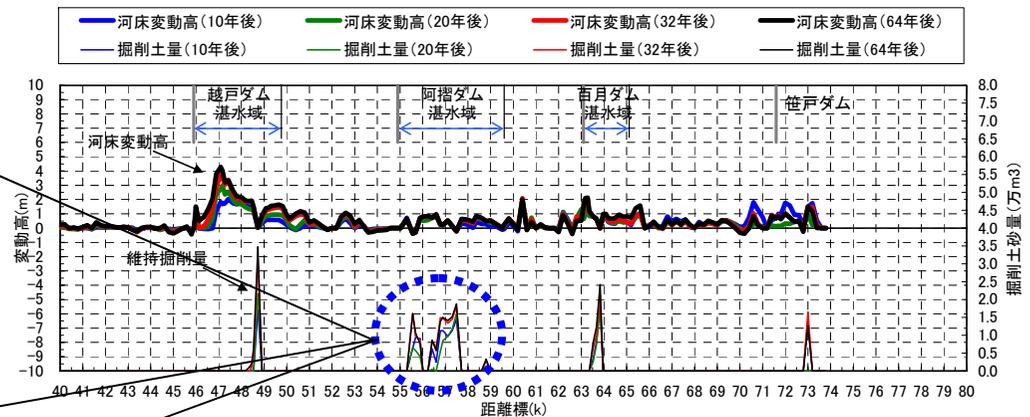
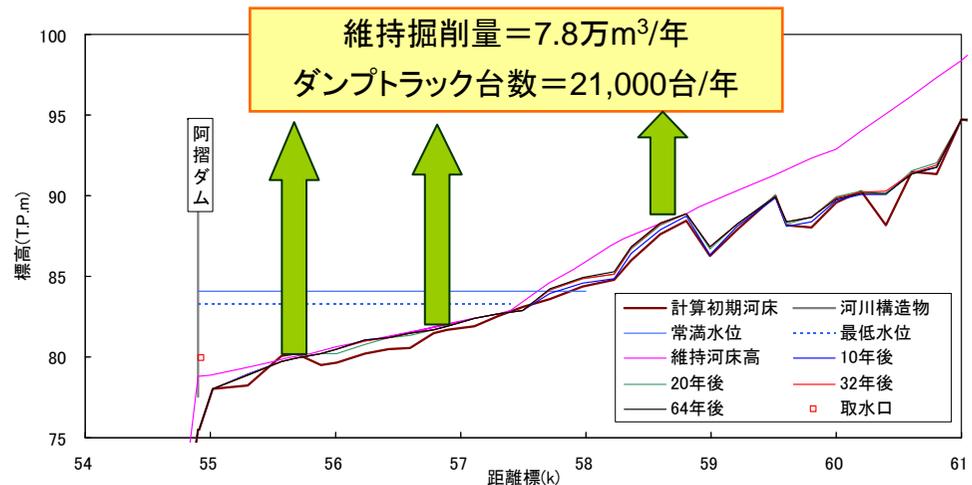


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※ダンプトラック台数は、10トントラック、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)

3.2.3 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。

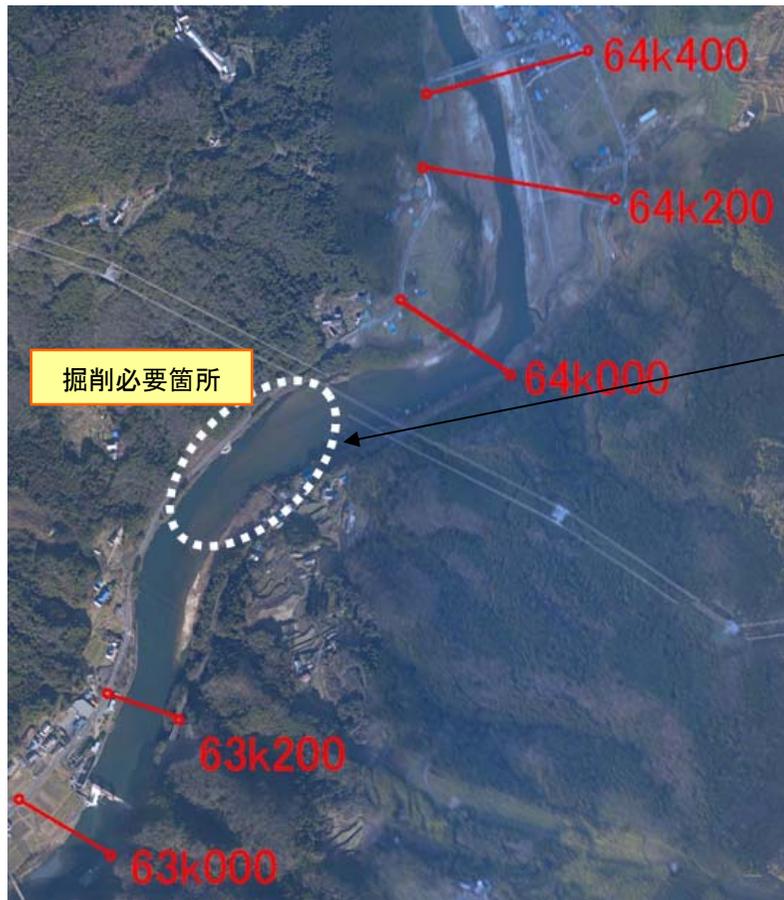


図 掘削必要箇所③(百月ダム湛水域)

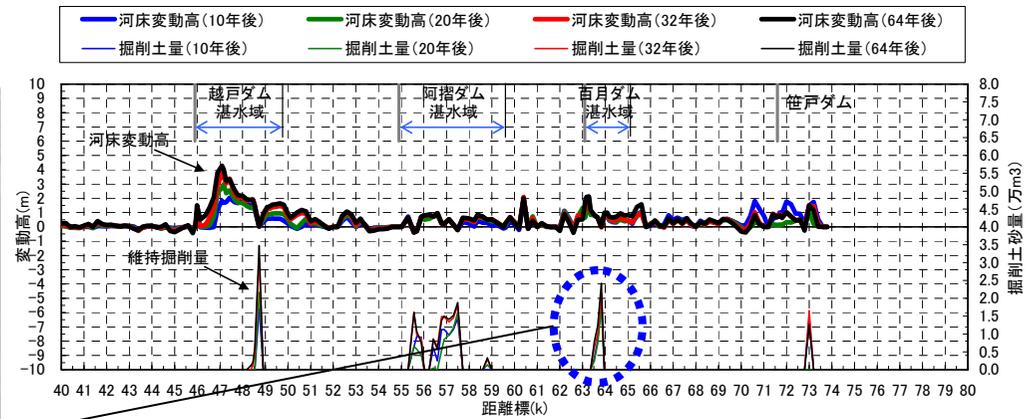
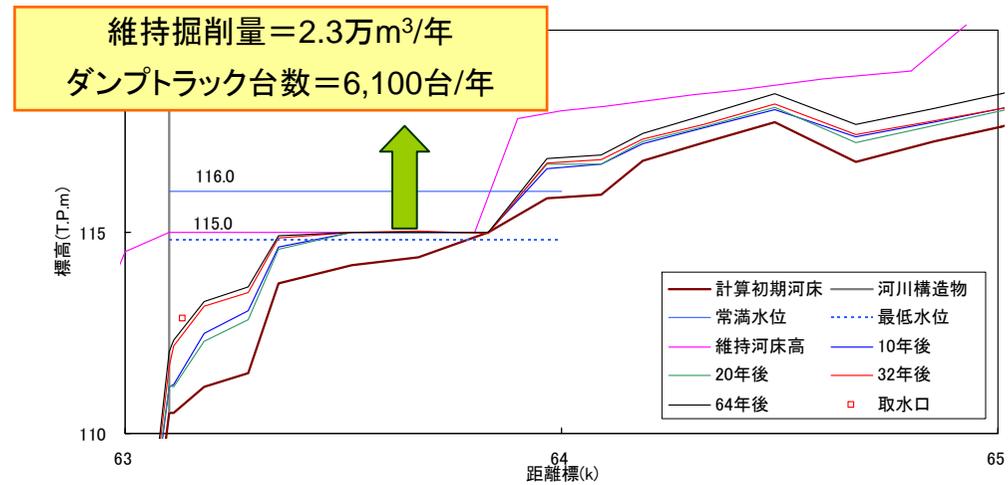


図 一次元河床変動計算結果(H21有力ケース)



※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)

3.2.3 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。

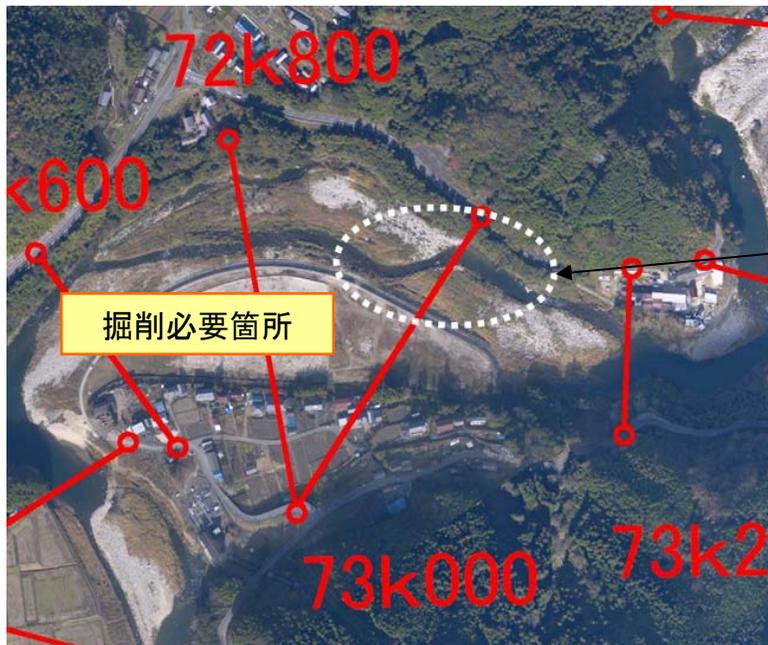


図 掘削必要箇所④

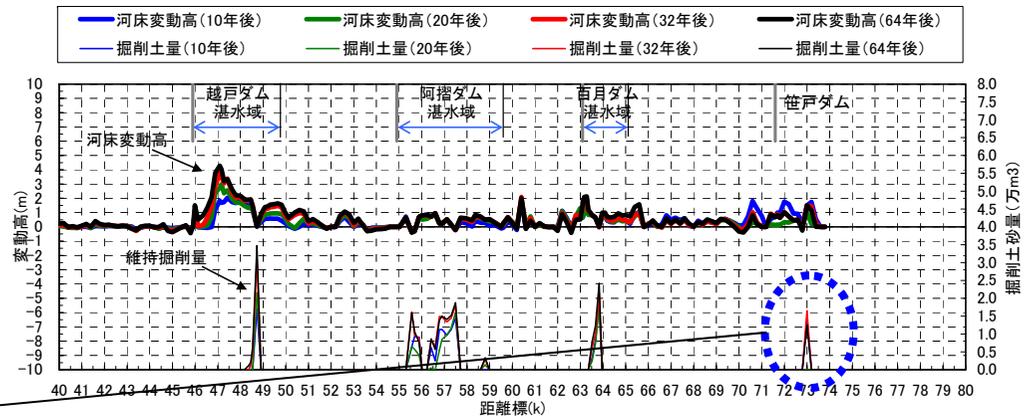
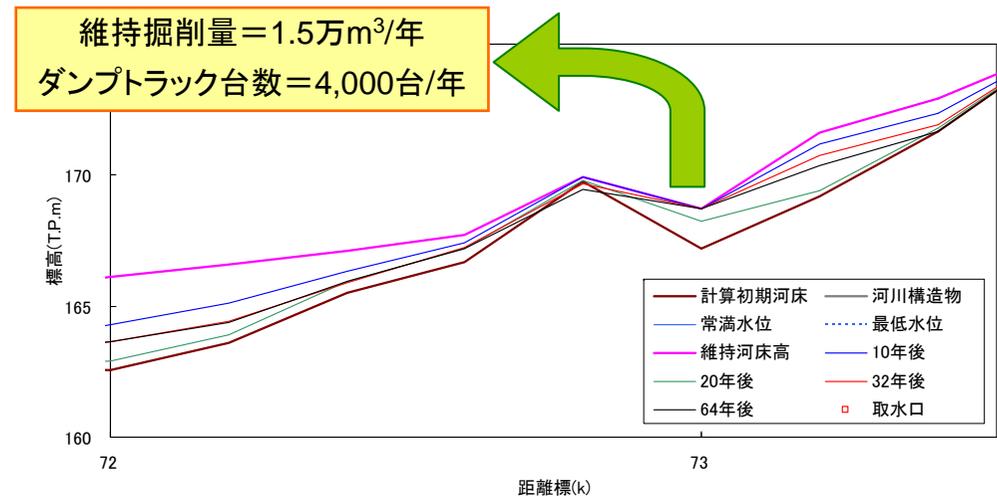


図 一次元河床変動計算結果(H21有カケース)

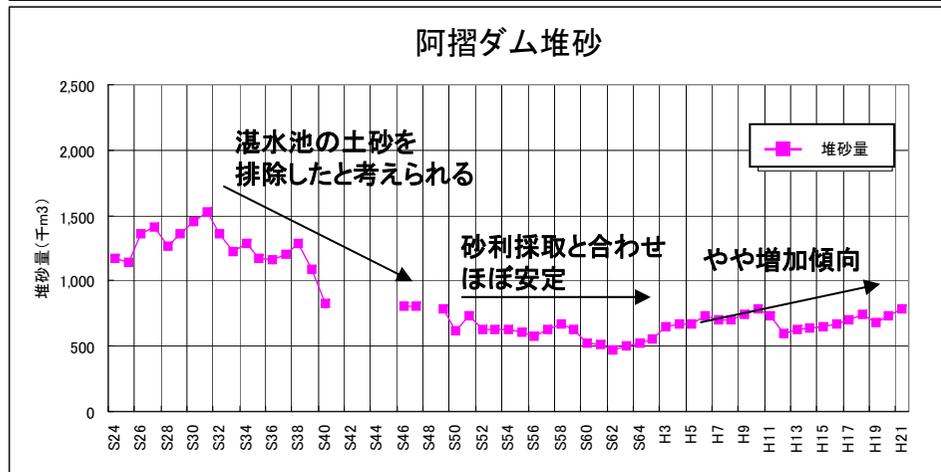
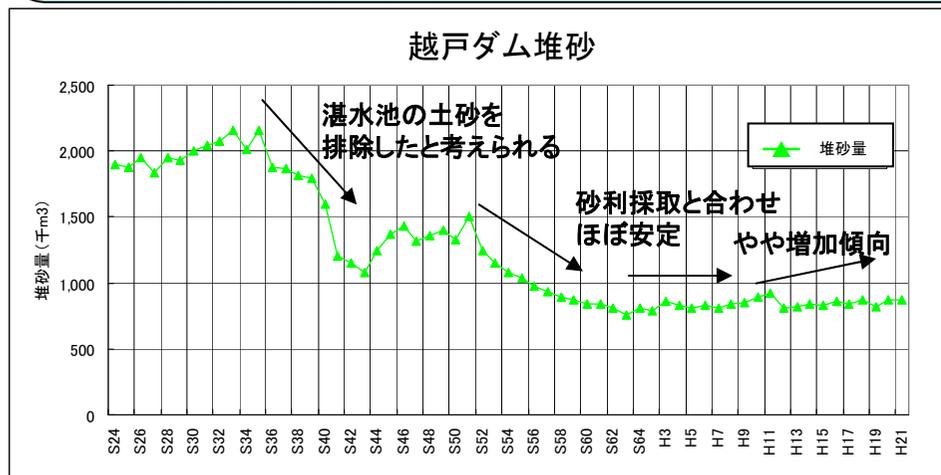


※ダンプトラック台数は、10トトラック、土砂の比重2.65を想定し算定した。

図 一次元河床変動計算結果(掘削必要箇所④)

3.2.4 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、維持掘削は可能と考えられる。
- また、近年の矢作ダムからの砂利採取と工事による掘削量の実績は、最大で15.7万 m³/年(平成12年度)、至近の実績で12.6万m³/年(平成21年度)となっていることから、全量で13.7万m³/年の維持掘削の可能性はあると考えられる。
- 以上のことから、詳細な検討は今後必要であるものの、矢作ダム排砂後の維持掘削は実現性を有すると考えられる。
- 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。



矢作ダム排砂後の必要掘削量 < 矢作ダムからの掘削量最大実績
(13.7万m³/年) < (15.7万m³/年)

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。

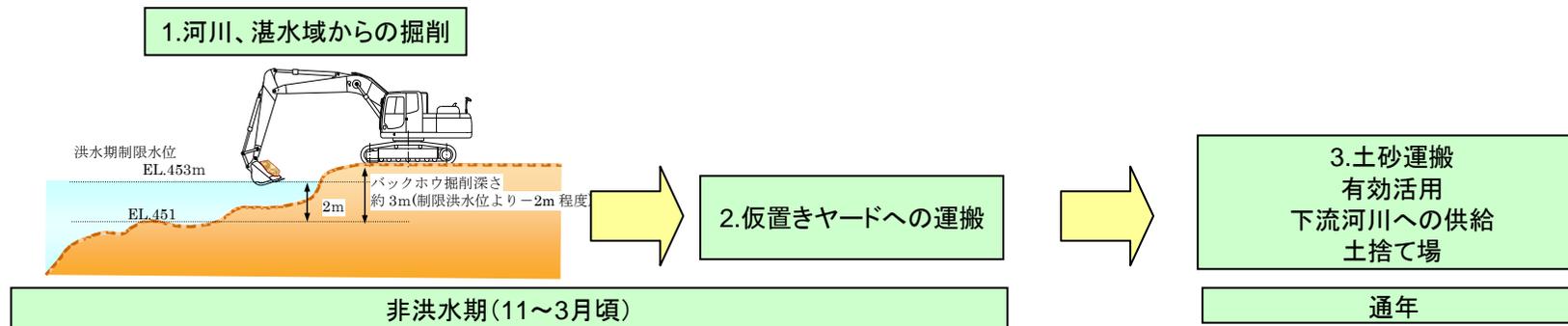
3.2.4 土砂運搬の実現性を踏まえた課題

- 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84台/日、阿摺ダム上流で175台/日、越戸ダム上流で50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。(場合によっては道路整備も含む)



3.2.4 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
- 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可能性)
- 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。
- この場合、全体で13.7万 m^3 分の約3.6haの用地が必要となる。現在矢作ダム堆積土砂の仮置き場として確保できているのは約8.5万 m^3 程度であり、新たに場所の確保が必要となる。
- 洪水期においても仮置きする必要があるため、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。

百月ダム上流
掘削土砂量:平均3.8万 m^3 /年
⇒平均積み上げ高:4mと想定
必要ヤード:約1ha

阿摺ダム上流
掘削土砂量:平均7.8万 m^3 /年
⇒平均積み上げ高:4mと想定
必要ヤード:約2ha

越戸ダム上流
掘削土砂量:平均2.1万 m^3 /年
⇒平均積み上げ高:4mと想定
必要ヤード:約0.6ha

合計:13.7万 m^3 、約3.6haの仮置き場が必要

実績の仮置き場(矢作ダム堆積土)
・池が洞:2万 m^3
・シシナド2万 m^3
・前林:4.5万 m^3
その他造成材として約70万 m^3 を利用
いずれも河川からは離れている。

3.2.5 ダム領域の土砂管理シナリオの抽出

<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

<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>

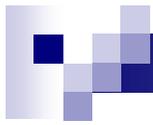
- 昨年度検討の有力シナリオのひとつとして、シナリオ2-2-1(百月ダム、阿摺ダムの運用の工夫を想定)を対象に、生物生息・生育場への影響、および維持掘削の可能性を検討した。
- 生物生息、生育場への影響については、昨年度実施した一次元河床変動計算による評価結果を踏まえ、排砂による影響が顕著と考えられる排砂地点直下流区間を対象として、平面二次元河床変動計算による物理環境・生物環境への影響評価を実施した。また、保全対策については、①矢作ダムからの排砂量の低減、②フラッシュ放流による効果を検討した。
- 維持掘削については、①洪水時の河床変動状況を考慮した治水安全度の確保状況、②掘削頻度の妥当性、③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>

- 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。

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	排砂バイパス及びダム放流口から25万m ³ /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。	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) 流入土砂量：30.8万m ³ /年(H13～H16期間における平均流入土砂量) 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
排砂による環境への影響	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。 一方、土砂動態の生物環境への影響は現時点で不明である点も多いため、今後、モニタリング結果を踏まえ、必要に応じ保全対策を講じていくことが重要である。	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の整備・確保などが考えられる。
掘削運搬の実現性の確認	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。 掘削量：約13.7万m ³ /年(越戸ダム、阿摺ダム、百月ダムの貯水池掘削量+73k地点の河道掘削量)	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) 掘削頻度：1年間の終わりに毎年実施 掘削位置：越戸ダム、阿摺ダム、百月ダムの3ダムの湛水域、および73k地点



3.3 河川領域のシナリオの検討

3.3.1 河川領域のシナリオの条件

3.3.2 明治用水頭首工の運用による土砂通過の可能性

3.3.3 明治用水頭首工下流に土砂を移動させる方策の可能性

3.3.4 河川領域の土砂管理シナリオの感度分析

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出

3.3.1 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

越戸ダム	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫 砂 シルト 合計	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
			掘削量(m ³ /年)	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 砂 シルト 合計	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
			0.9	0.9	3.1	3.1	5.3	5.2
			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	0.0	
岩津	通過土砂量 (万m ³ /年)	礫 砂 シルト 合計	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
			1.4	1.4	3.5	3.5	5.2	5.2
			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 砂 シルト 合計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.7	0.6	1.8	1.7	2.2	2.0
			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		

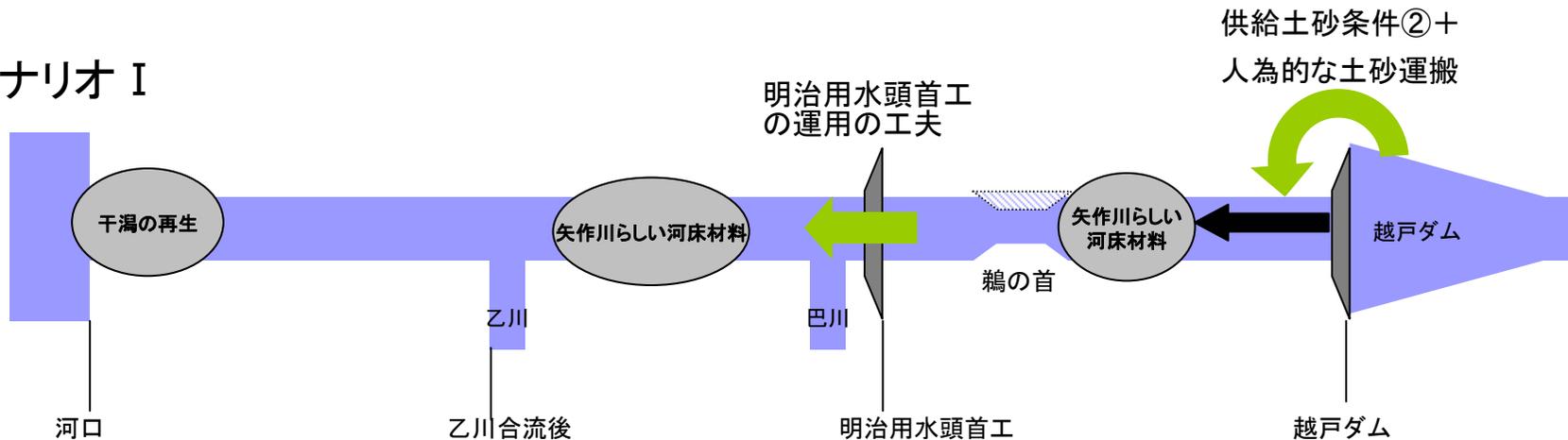
土砂管理目標の達成のためには、土砂供給量のさらなる増加が必要

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

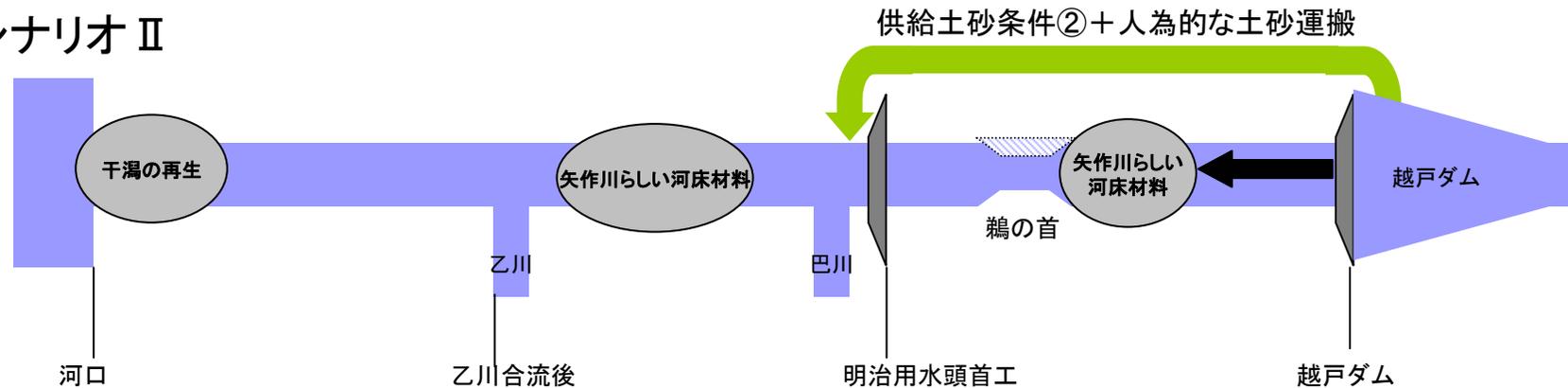
3.3.1 河川領域の土砂管理シナリオの条件（シナリオの設定）

- 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

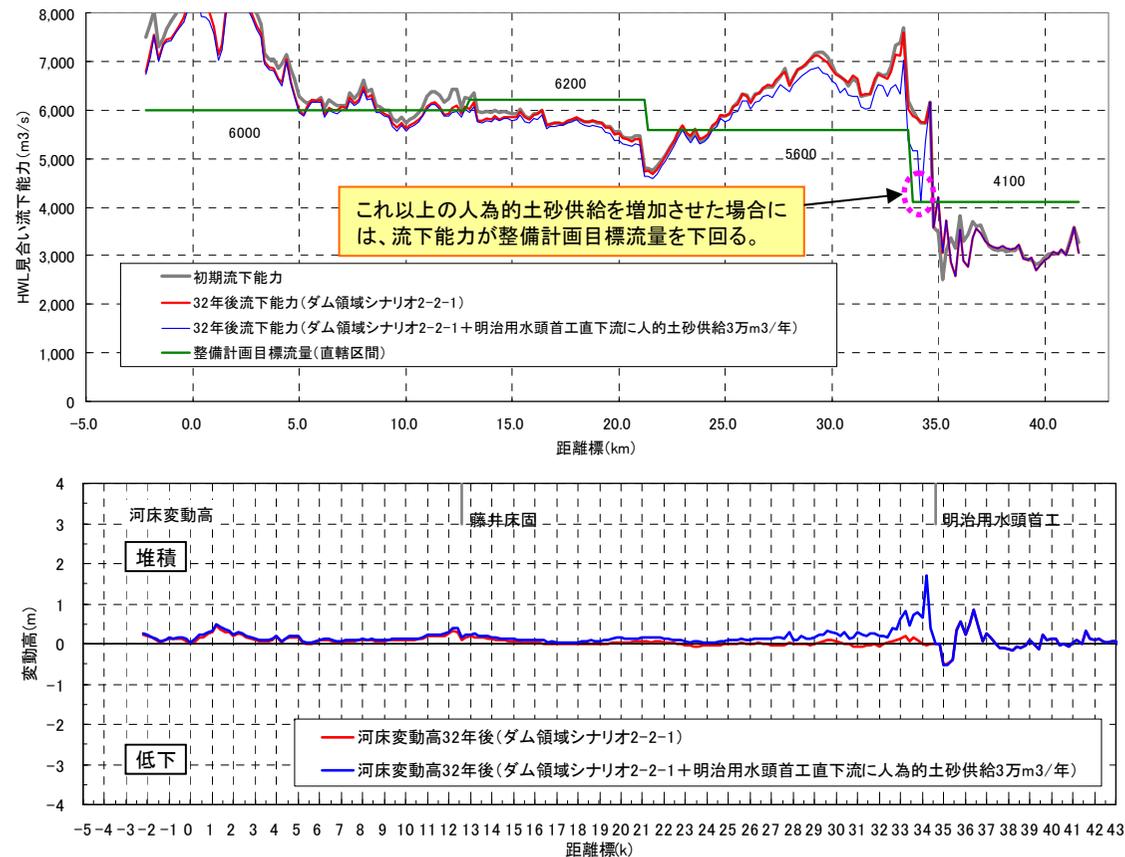


シナリオ II



3.3.1 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。



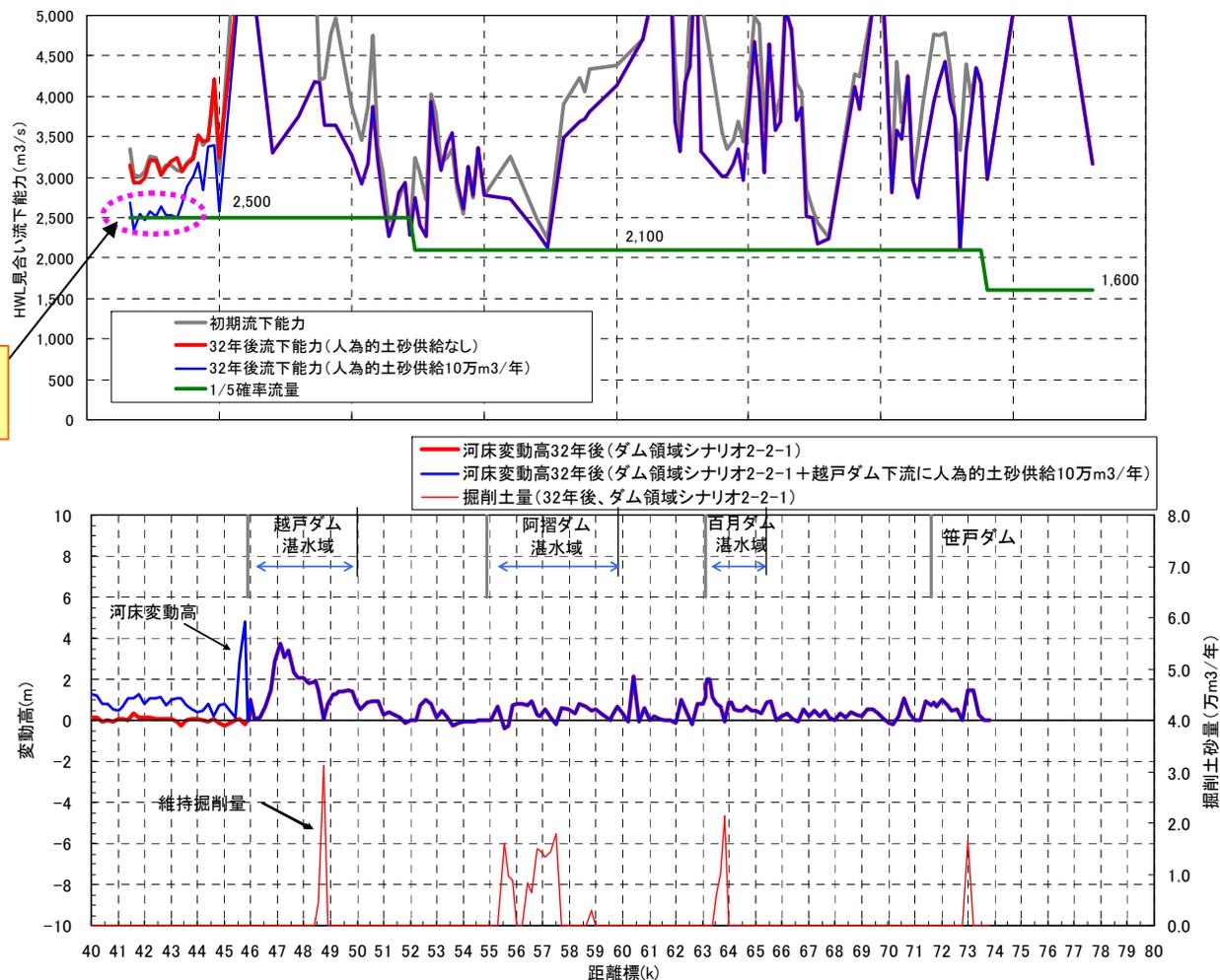
※人為的土砂供給した土砂は、越戸ダム湛水域のものを与えた。

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)

3.3.1 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。



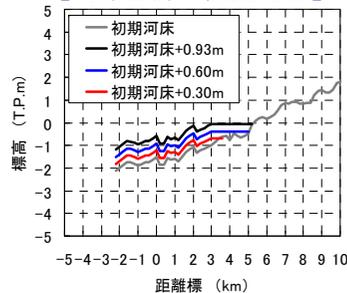
※人為的土砂供給した土砂は、越戸ダム湛水域のものを与えた。

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)

3.3.1 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昇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】



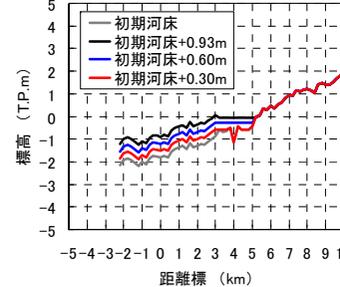
【計算条件：水位上昇量】

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】



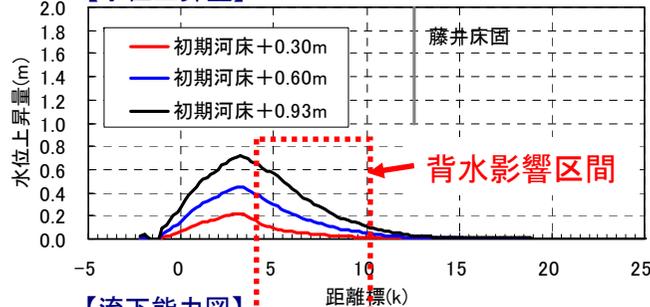
【計算条件：水位上昇量】

計算手法：一次元不等流計算

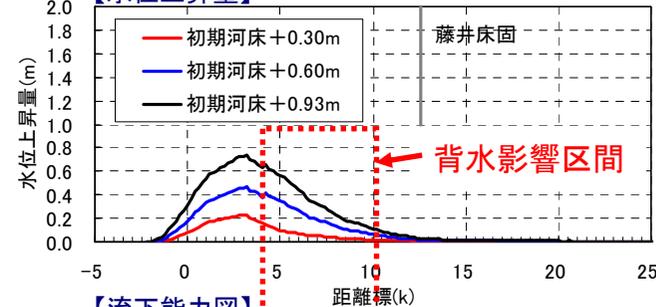
対象洪水：整備計画目標流量
(岩津：5600m³/s)

下流湛水位：2.64T.P.m(河道計画出発水位)

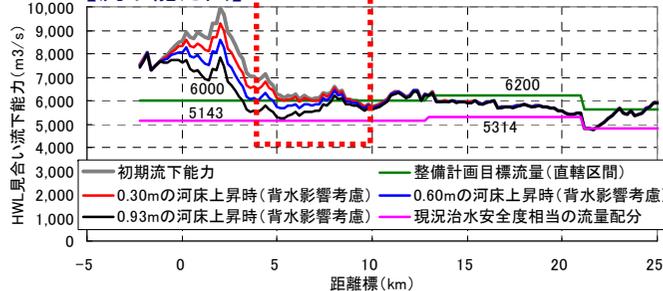
【水位上昇量】



【水位上昇量】



【流下能力図】



【流下能力図】

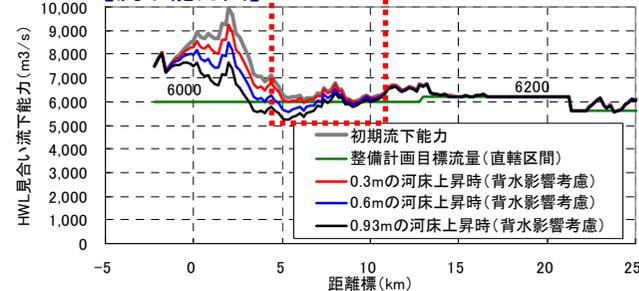


図 干潟回復時の上流区間への背水影響の感度分析結果（左：現況河道、右：整備計画河道）

3.3.2 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を把握するため、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

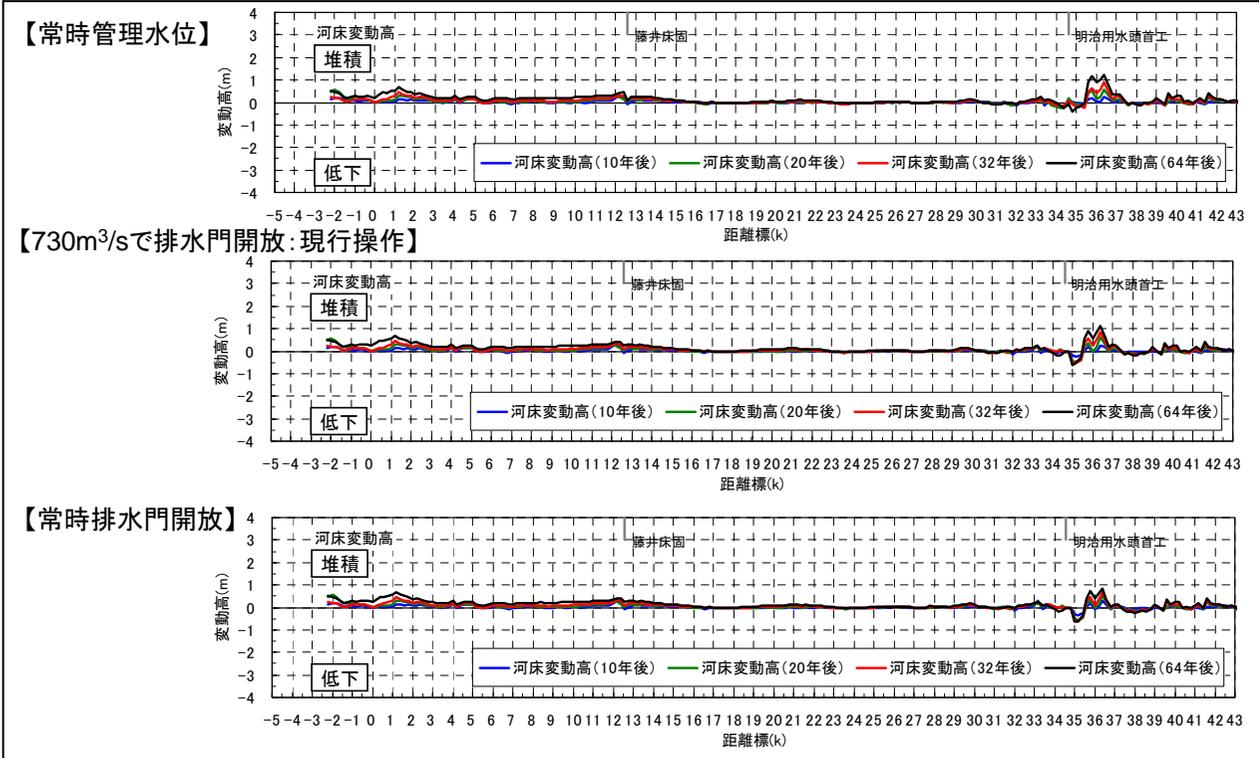


表 越戸ダムからの供給土砂量(全ケース共通)

総量	12.2
シルト	9.1
砂	3.0
礫	0.0

※32年間の平均

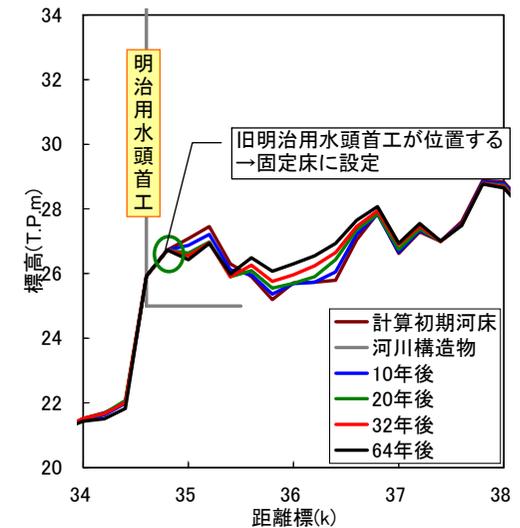


図 旧明治用水頭首工の位置

旧明治用水頭首工の撤去を想定した場合

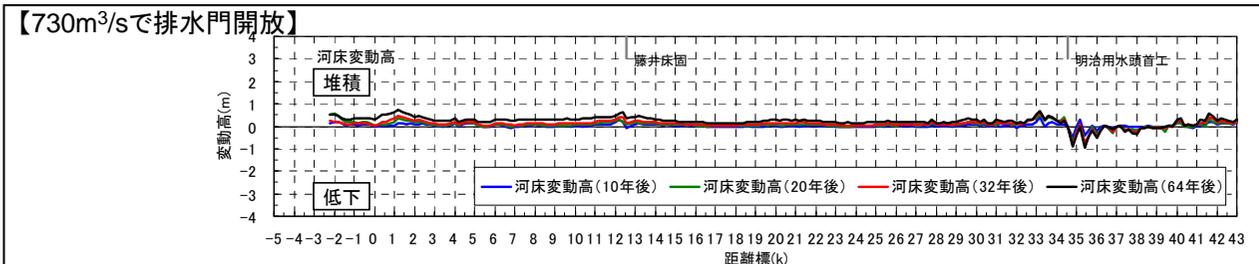


図 一次元河床変動計算結果(現況河道)

3.3.3 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	×	○	×

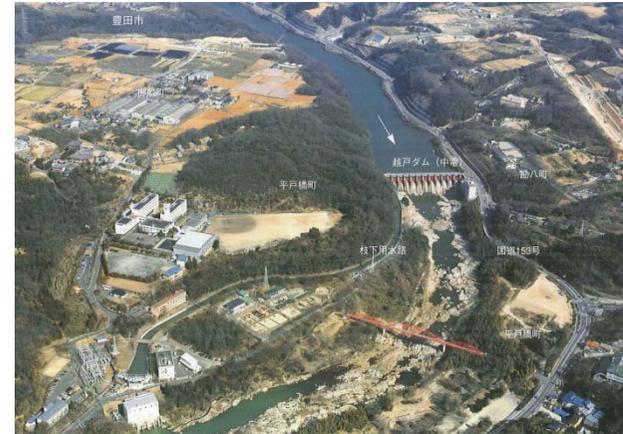


写真 越戸ダム直下流区間の状況

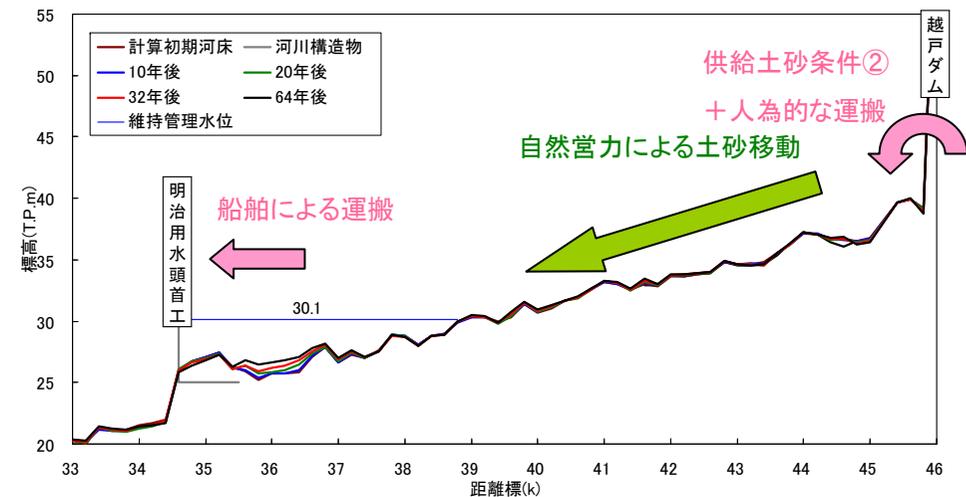


図 明治用水頭首工から越戸ダム区間の河道特性

3.3.4 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。

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

3.3.4 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。

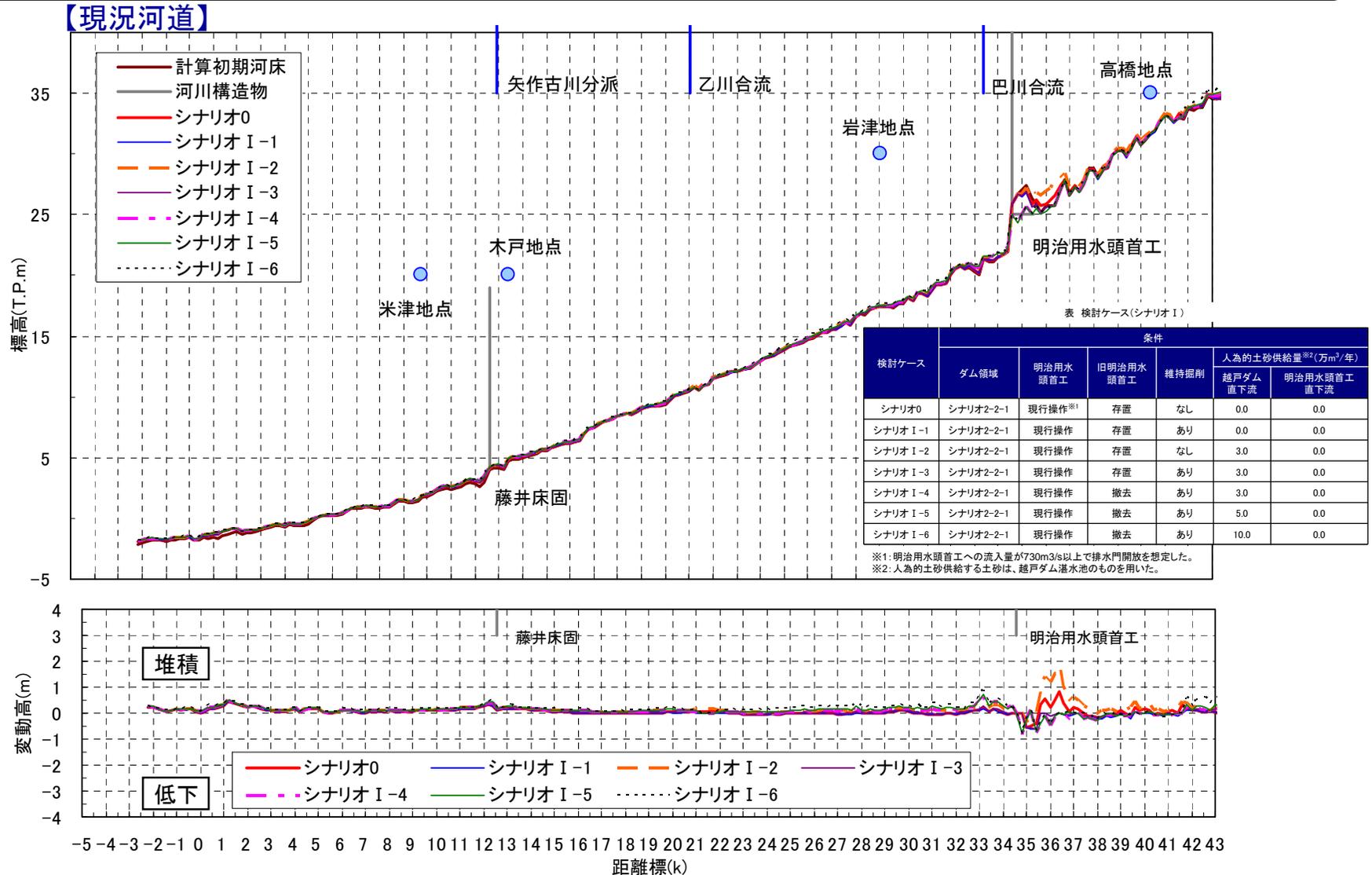


図 河床変動計算結果(現況河道、シナリオ I、32年後)

3.3.4 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。

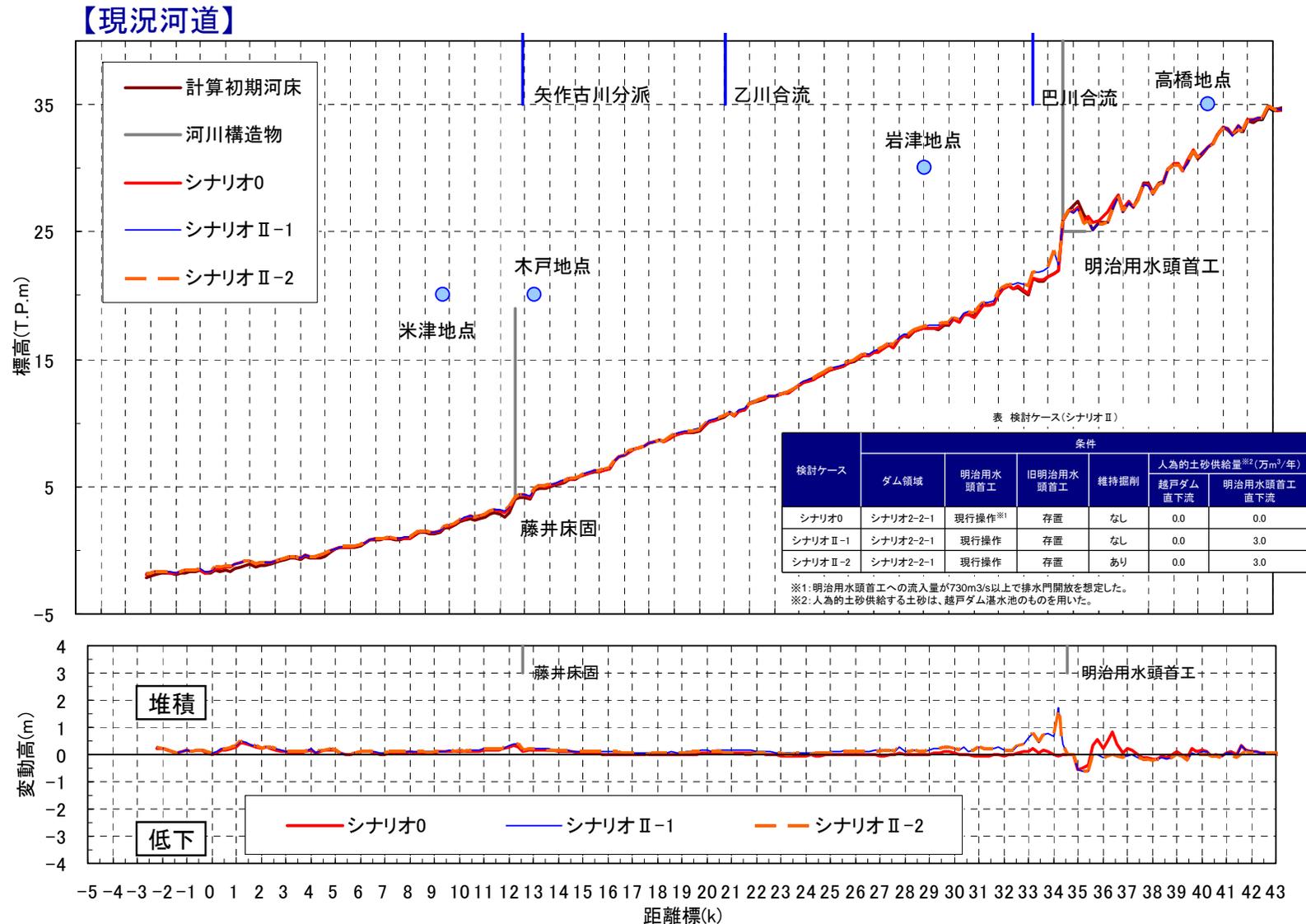


図 河床変動計算結果(現況河道、シナリオⅡ、32年後)

3.3.4 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】

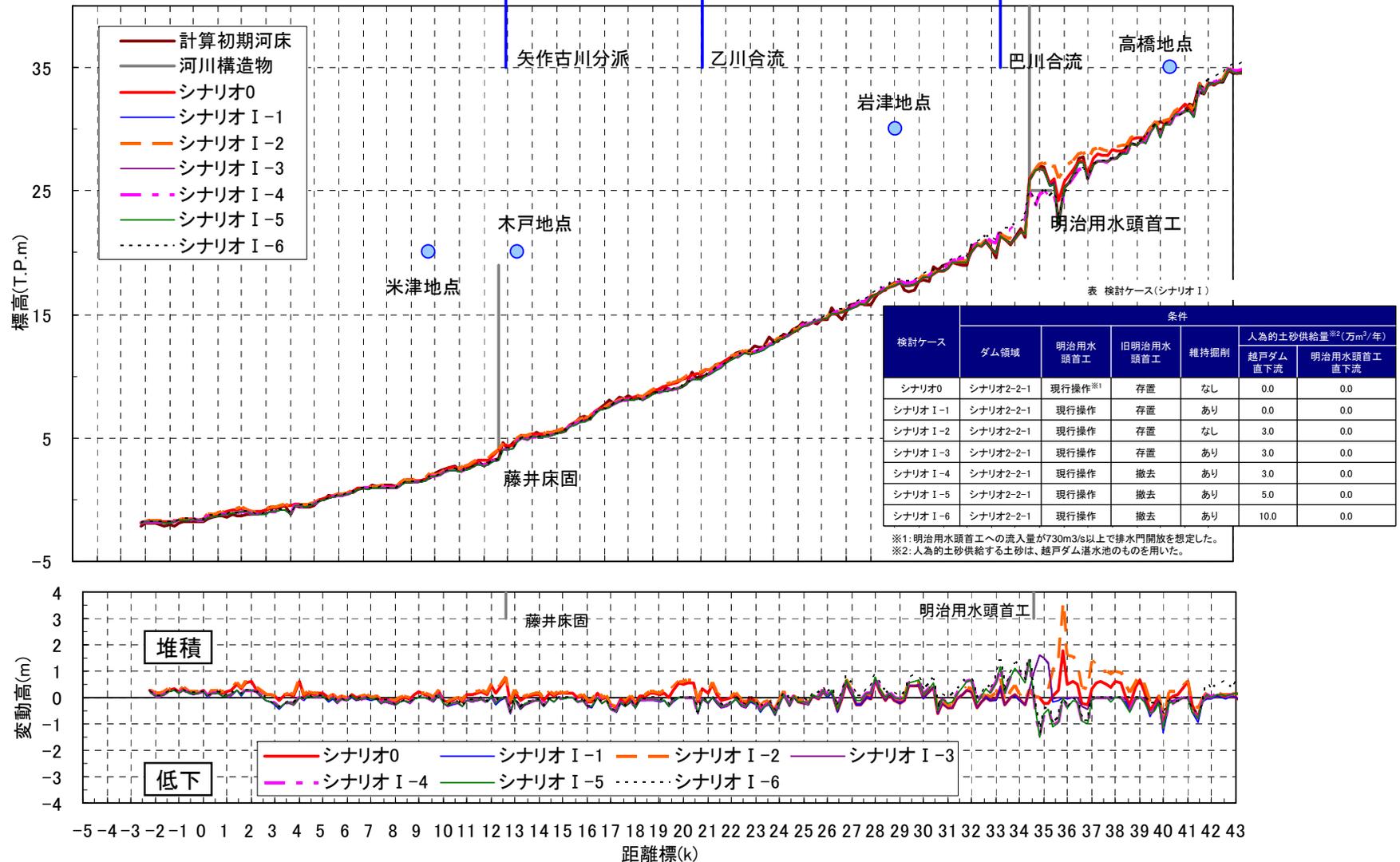


図 河床変動計算結果(整備計画河道、シナリオ I、32年後)

3.3.4 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。

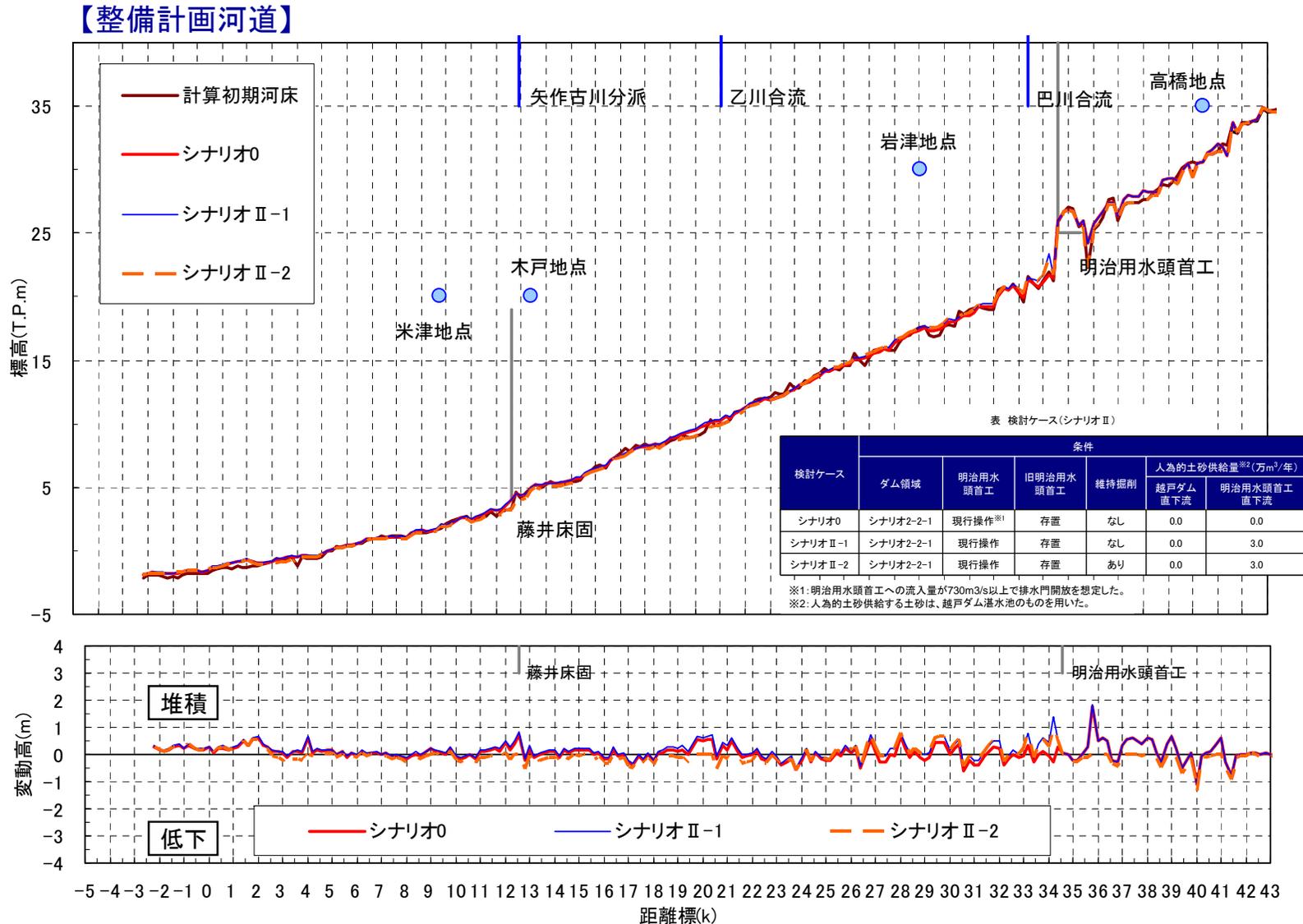


図 河床変動計算結果(整備計画河道、シナリオⅡ、32年後)

3.3.4 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。

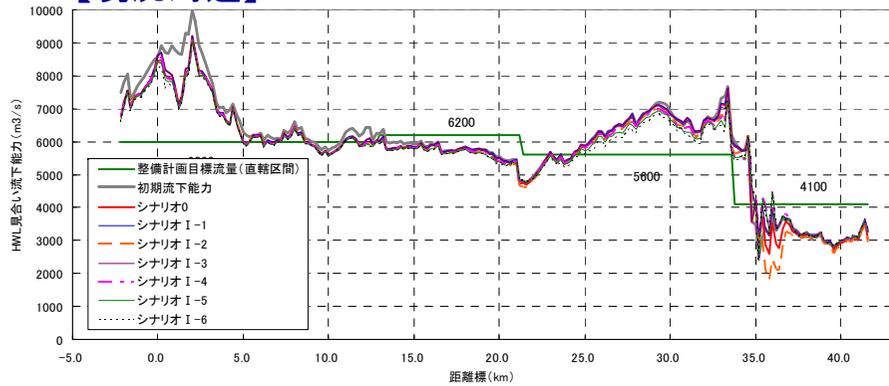
表 検討ケース(シナリオⅠ)

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	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】

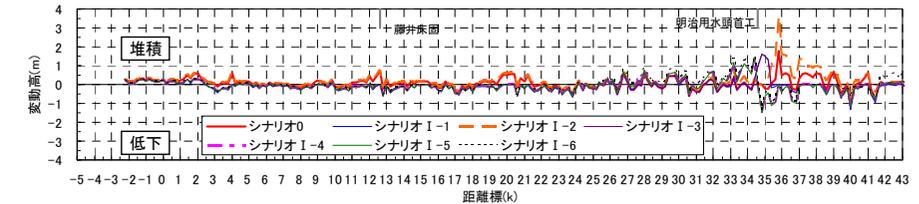
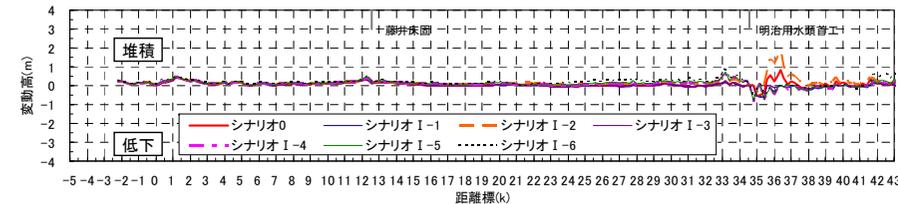
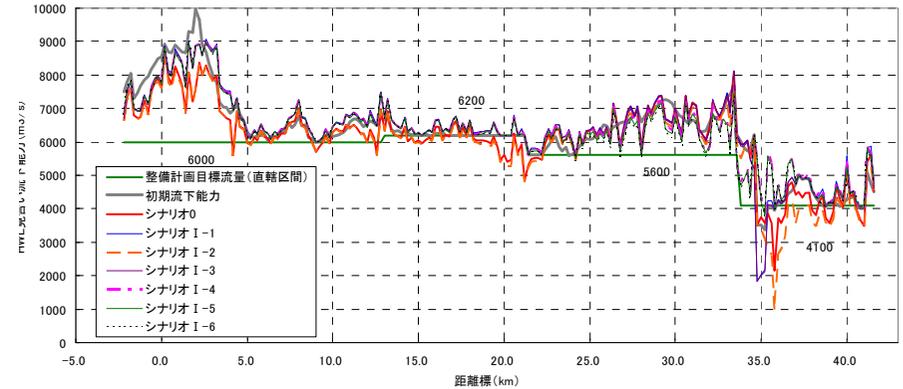


図 河床変動後の流下能力(左: 現況河道、右: 整備計画河道、32年後、シナリオ1)

3.3.4 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）

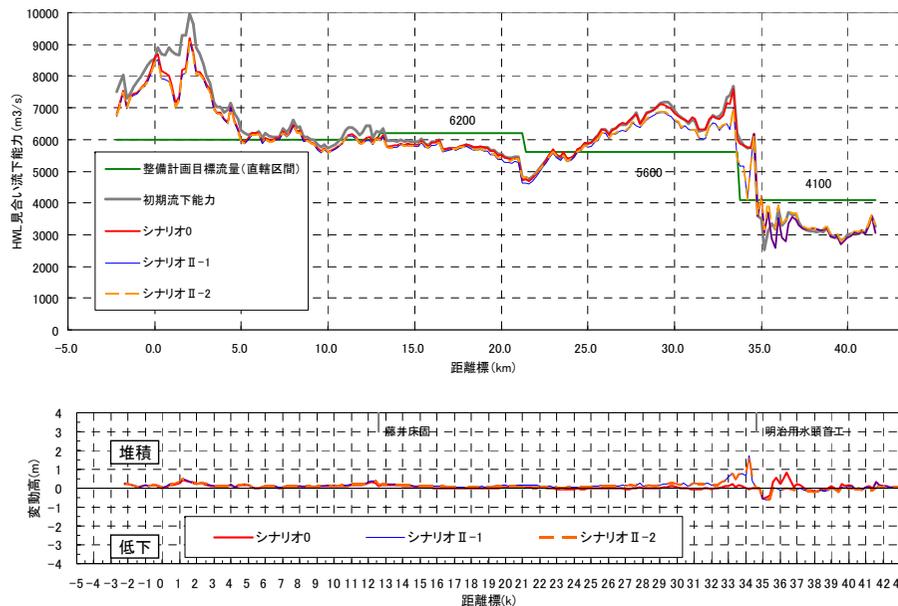
- 約32kmより下流の区間では、シナリオによる河床変動量の差はほとんどない。
- 現況河道では、約22kmの乙川合流点の治水安全度が最も低く、維持掘削をしない場合には流下能力が低下する。
- 整備計画河道では、明治用水頭首工から下流の区間では、維持掘削をしない場合には、局所的に整備計画目標流量を下回る区間が存在する。
- 現況河道、整備計画河道ともに、明治用水頭首工直下流に人為的な土砂供給を行うことにより、流下能力が低下する。

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】

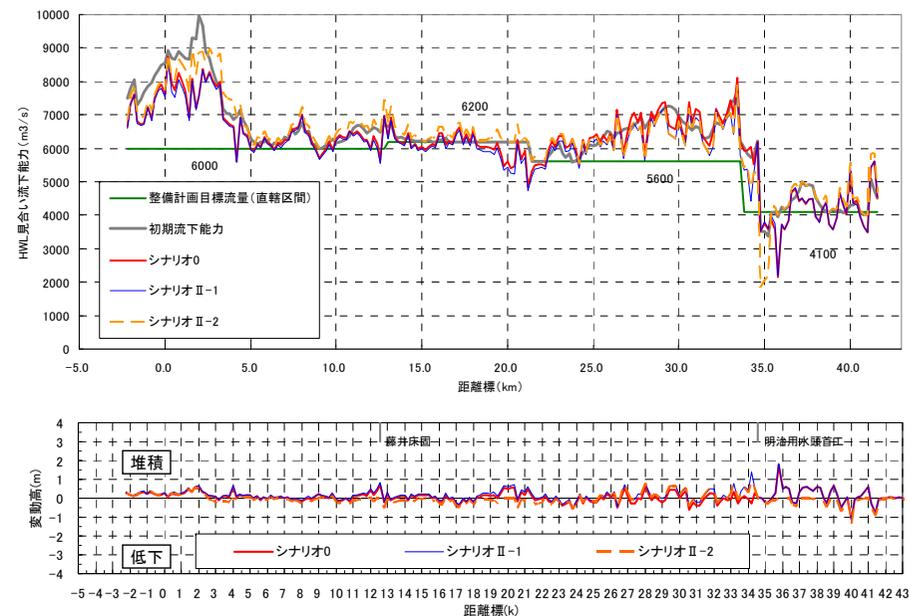


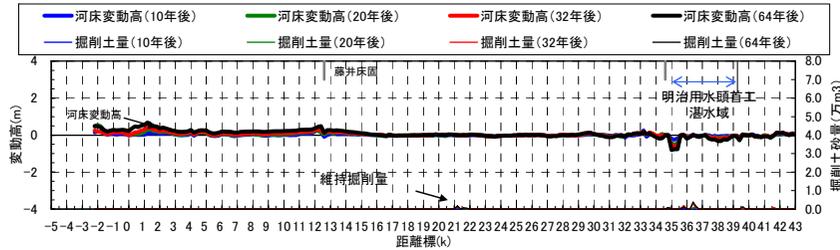
図 河床変動後の流下能力(左: 現況河道、右: 整備計画河道、32年後、シナリオ II)

3.3.4 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）

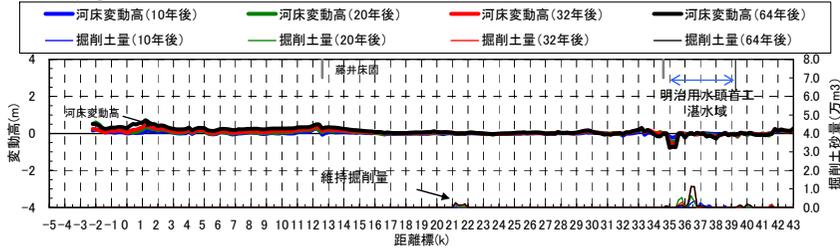
■ 現況河道の維持掘削地点について、明治用水頭首工より下流では、治水安全度が最も低い約22kmの乙川合流点とし、明治用水頭首工より上流では、大半の区間で流下能力が整備計画目標流量を大きく下回ることから全区間とした。

【現況河道】

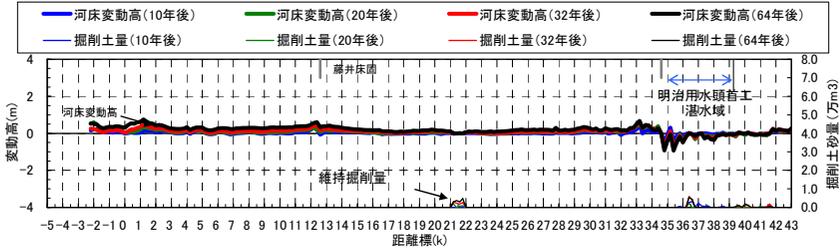
シナリオ I-1



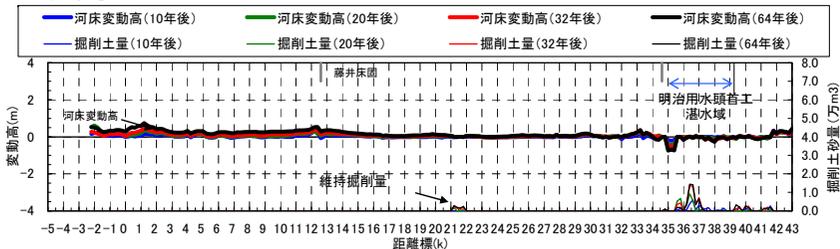
シナリオ I-3



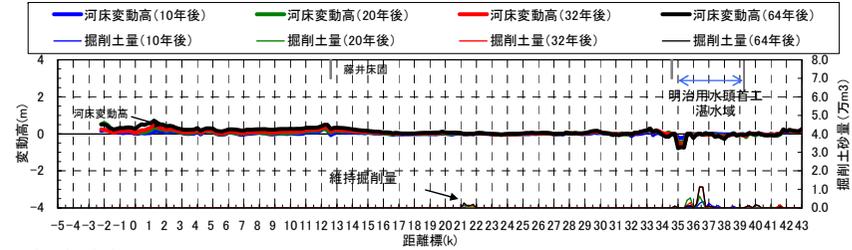
シナリオ I-4



シナリオ I-5



シナリオ I-6



シナリオ II-2

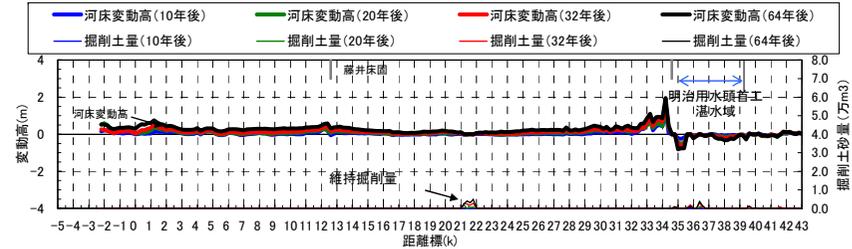


表 検討ケース(維持掘削実施シナリオ)

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。

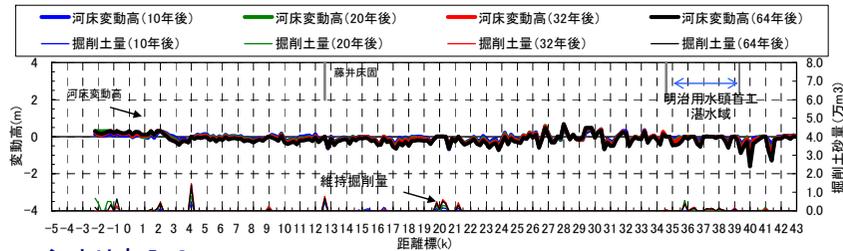
図 維持掘削箇所(現況河道、維持掘削を実施するシナリオを対象)

3.3.4 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）

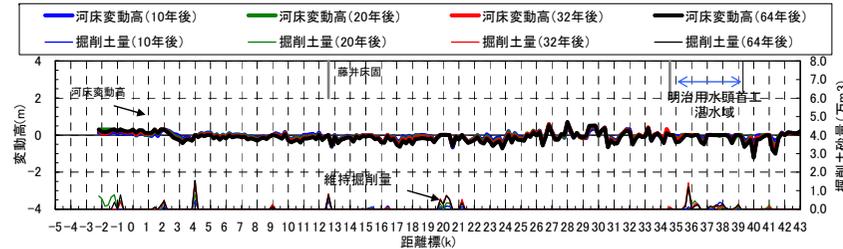
■ 整備計画河道の維持掘削地点は、明治用水頭首工より下流では、河床上昇により整備計画目標流量を下回る箇所とし、明治用水頭首工より上流では、維持掘削をしない場合には大半の区間で整備計画目標流量を下回ることから全区間とした。

【整備計画河道】

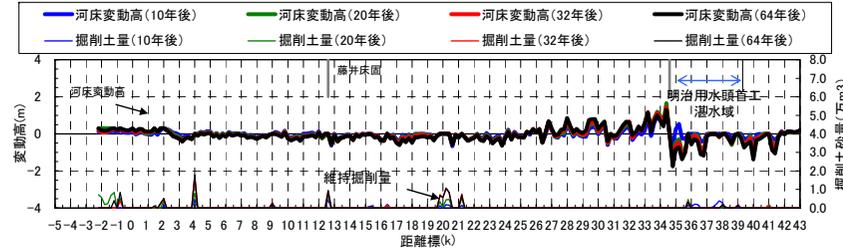
シナリオ I-1



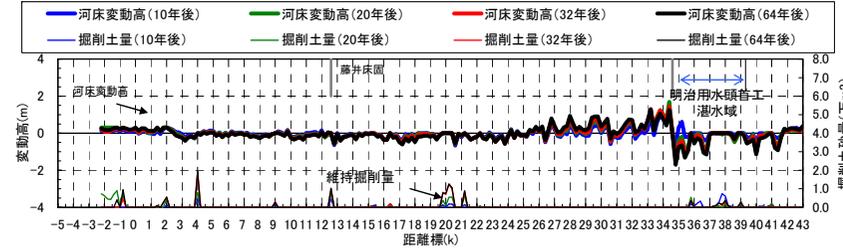
シナリオ I-3



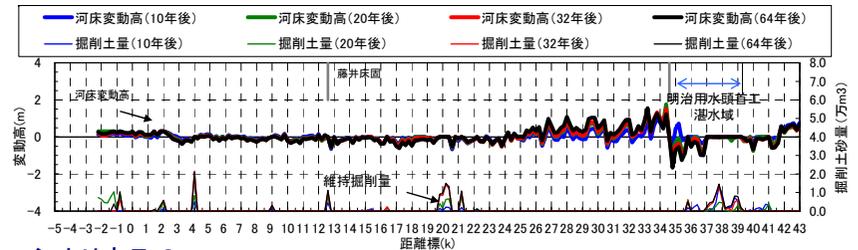
シナリオ I-4



シナリオ I-5



シナリオ I-6



シナリオ II-2

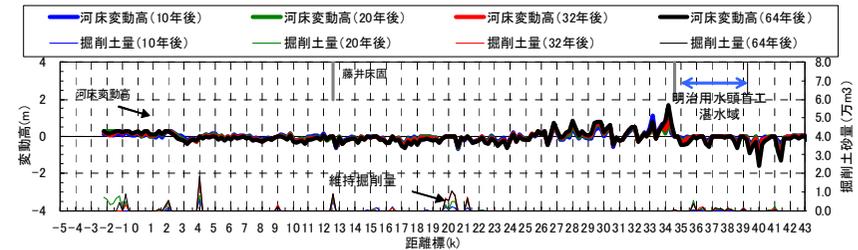


表 検討ケース(維持掘削実施シナリオ)

検討ケース	条件				
	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)
シナリオ I-1	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	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
シナリオ I-4	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	3.0
シナリオ I-5	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	5.0
シナリオ I-6	シナリオ2-2-1	現行操作	撤去	あり	10.0
シナリオ II-2	シナリオ2-2-1	現行操作	存置	あり	0.0
					明治用水頭首工直下流

※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)

3.3.5 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。

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出

<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					
	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	河川環境以外の指標						河川環境にかかわる指標								河川環境 以外の 指標	河川環境 にかかわ る指標				
			越戸ダム 直下流	明治用水 頭首工直下流		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 ^{※6}			
									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
0	存置	なし	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%		
I-1	存置	あり	0.0	0.0	○				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%	8%	9%	33%	45%	41%		
																96年	0%	33%	11%	14%	45%	67%	62%		
I-2	存置	なし	3.0	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	○			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	○			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 (13)	
															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	○			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	○			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	×			0.00	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	○			1.35	1,622	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%	コストが2番目 に小さい	7 (13)	
															64年	0%	53%	0%	18%	0%	79%	47%			
															96年	0%	88%	0%	27%	0%	116%	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。
 ※7: 達成率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。
 ※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。

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出：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。

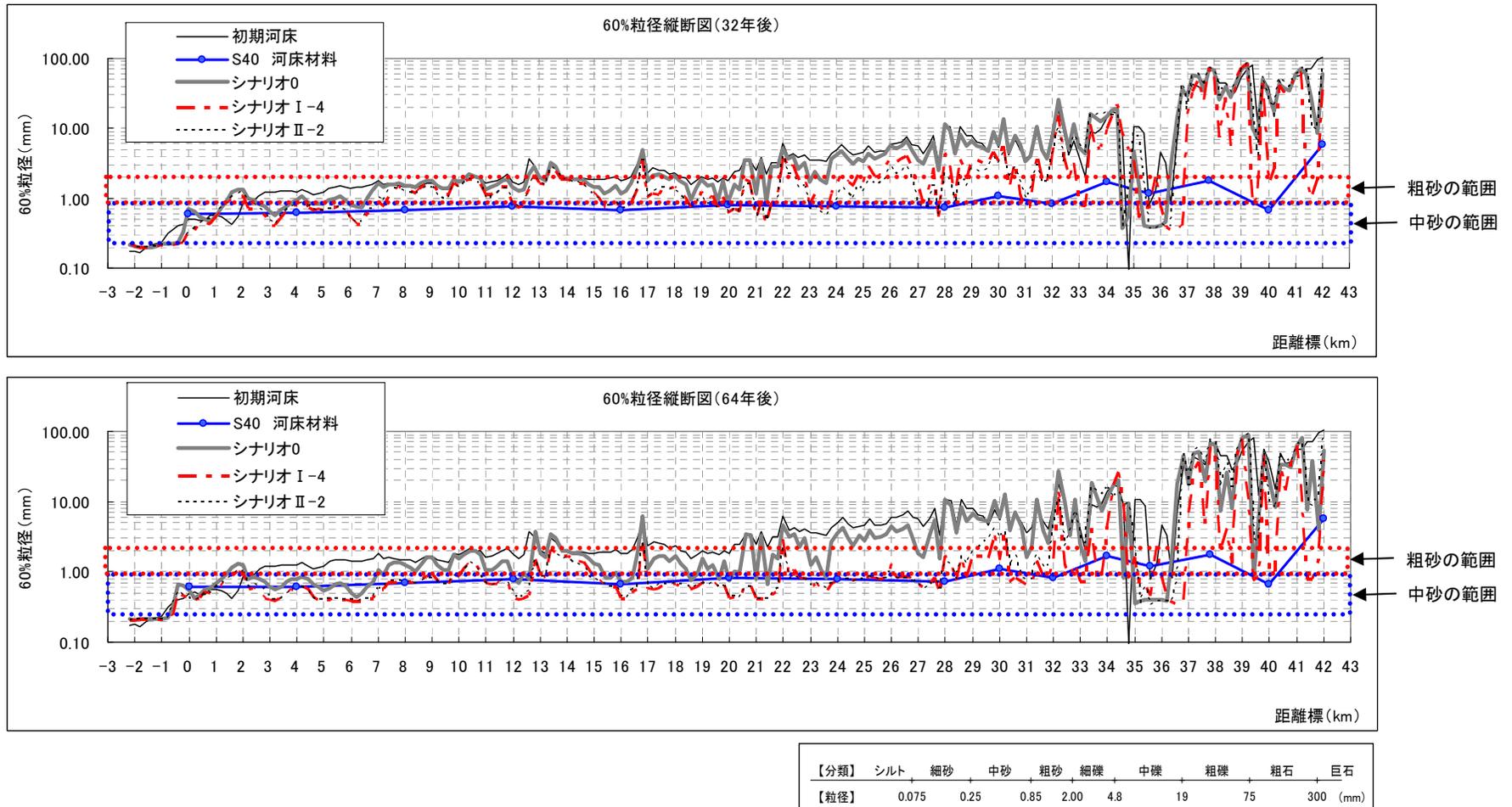


図 代表粒径D60の経年変化(上段:32年後、下段:64年後、一次元河床変動計算結果、現況河道)

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出：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)	1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 細砂	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 細砂	2.61 細砂	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)	1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 細砂	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 細砂	2.26 細砂	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	3.74 中礫	2.04 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 粗礫	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)	1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 細砂	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 細砂	2.05 細砂	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	
						下流	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)

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出：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m3/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	
													32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m3/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	
													32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m3/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	
													32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
 [色] : 平均年最大流量時の必要堆積厚以上
 [色] : 豊水流量時の必要堆積厚以上

【凡例】達成率
 [色] : 30%以上
 [色] : 50%以上
 [色] : 100%以上

3.3.5 河川領域の土砂管理シナリオの抽出：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					
	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。



3.4 河口・海岸領域の土砂管理シナリオの検討

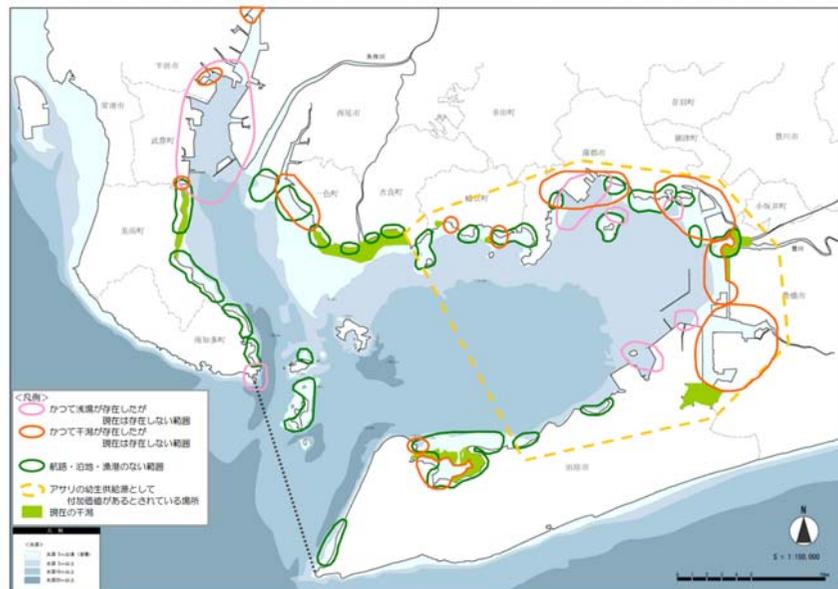
3.4.1 地形形状、三河湾の干潟浅場の状況

3.4.2 干潟浅場造成などに必要な土砂量の可能性と供給方法

3.4.3 河口・海岸域のシナリオ(方向性の整理)

3.4.1 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。

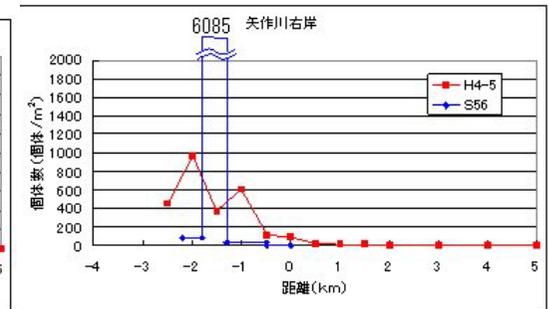
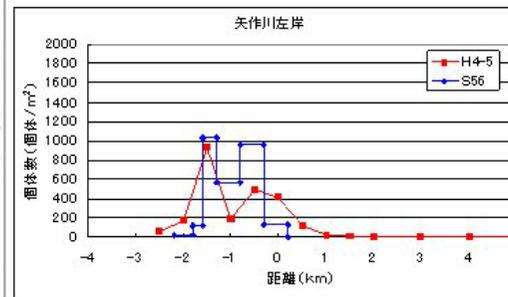
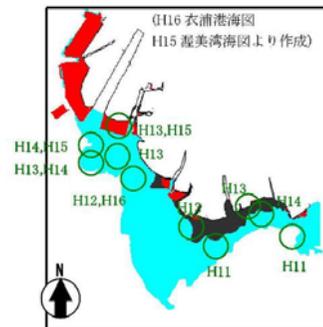


注：水沼 図 干潟浅場の状況(伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会資料より)

昭和20年代(1945年前後)

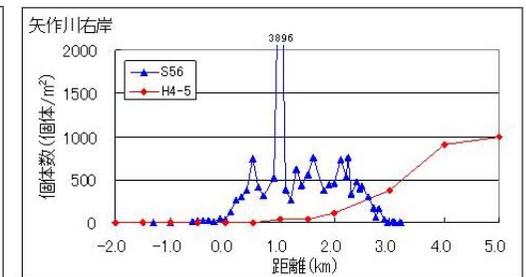
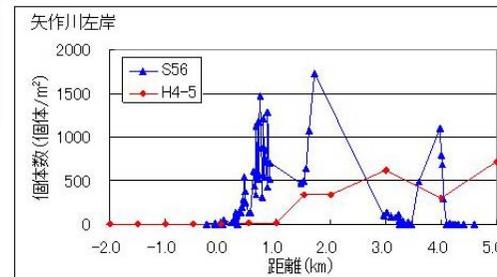


現在(2003年前後)



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

3.4.2 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(施工個所付近) 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

3.4.3 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>

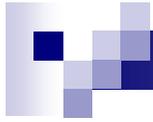
- 矢作川の土砂環境に由来する地形変化はほとんどない。
- 三河湾全体では干潟・浅場の減少がある。生物環境、漁場環境の観点から干潟浅場の回復は急務であり、河川の土砂を活用できる可能性は高い。

<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、養浜のための土砂量として、矢作川・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。



3.5土砂管理シナリオのまとめ

3.5 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	<p>【排砂バイパス】 排砂濃度:2%、排砂開始流量:94.7m³/s、 排砂バイパスからの最大放流量:100m³/s</p> <p>【発電ダム】 百月ダム:200m³/s以上FF、阿摺ダム:200m³/s以上FF 越戸ダム:現行操作</p> <p>【維持掘削】 掘削頻度:1年間の終わりに毎年実施 掘削位置:越戸ダム、阿摺ダム、百月ダムの湛水池および73k地点、掘削量:約13.7万m³/年</p>	ダム 同左
	河川	<p>【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m³/年 【維持掘削】明治用水頭首工上流区間で約0.5万m³/年、 明治用水頭首工下流区間で約0.3万m³/年(現況河道)</p>	<p>【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m³/年 【維持掘削】明治用水頭首工上流区間で約1.0万m³/年、 明治用水頭首工下流区間で約0.3万m³/年(現況河道)</p>
コスト	ダム		
	河川		
	合計		
社会環境への影響	ダンプ通過台数	48,985台/年(ダム領域)+1,622台/年(河川領域) =50,607台/年	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)+3.0万kgCO ₂ /年(河川領域) =113.7万kgCO ₂ /年(226世帯の排出量に相当※1)	110.7万kgCO ₂ /年(ダム領域)+4.1万kgCO ₂ /年(河川領域) =114.8万kgCO ₂ /年(228世帯の排出量に相当※1)
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、流入土砂量の全量排出を達成	ダム 同左
	河川	<p>【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</p> <p>【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)</p> <p>【干潟の回復】100年以上の期間が必要</p>	<p>【粒径の回復】約60年で概ね達成</p> <p>【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)</p> <p>【干潟の回復】同左</p>
	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

※1:1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)。

※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。

3.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ1

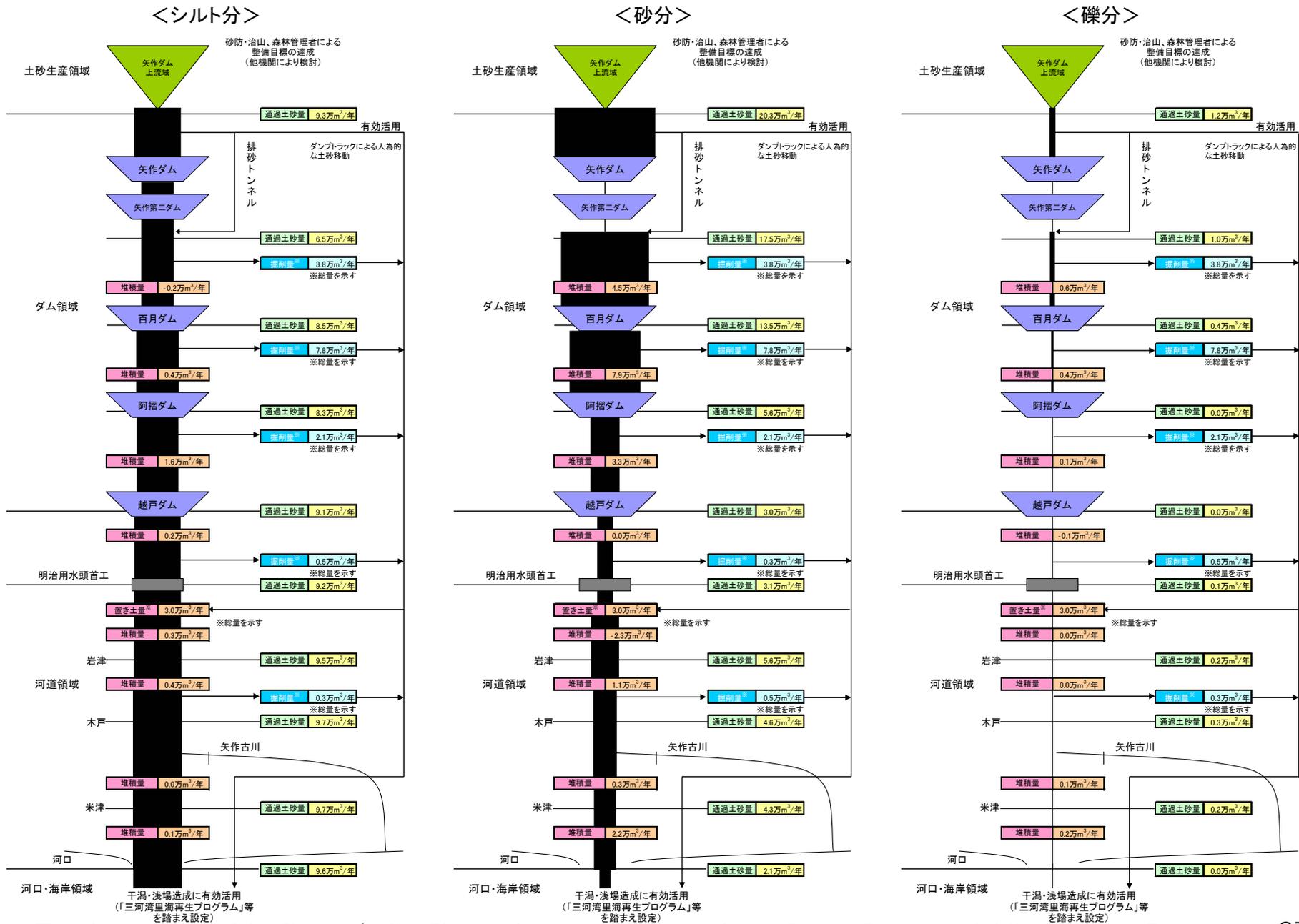


図 有カシナリオにおける土砂動態マップ1(ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオⅡ-2(明治用水頭首工下流に人為的な土砂供給)、現況河道)

3.5 土砂管理シナリオのまとめ：土砂動態マップ2

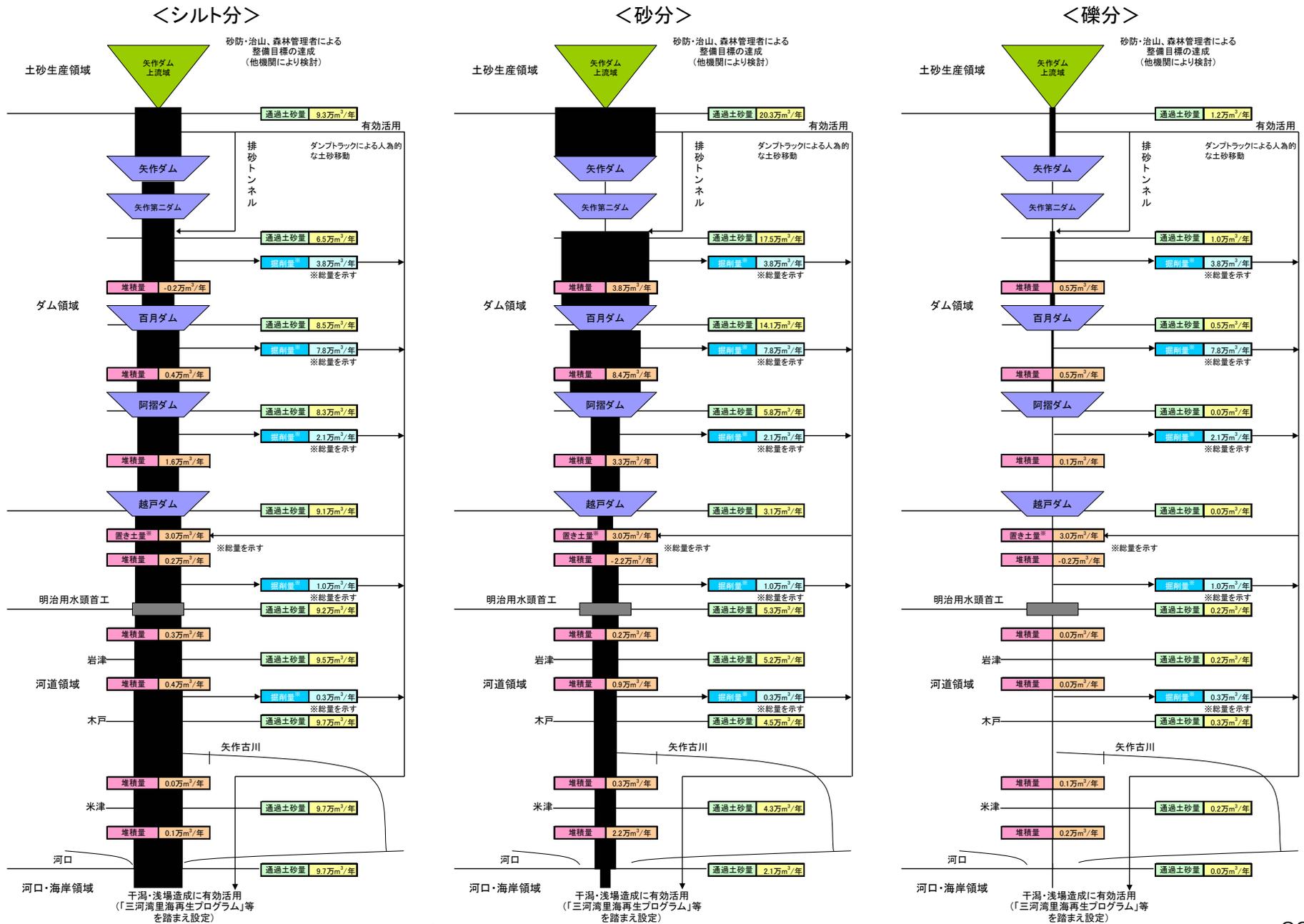


図 有カシナリオにおける土砂動態マップ2(ダム領域シナリオ2-2-1+河川領域シナリオI-4(旧明治用水頭首工を撤去)、現況河道)

4 今後の検討方針

- 土砂生産領域: 管理者間の連携、施策進捗状況の情報共有
- ダム領域: 掘削、運搬の可能性検討の精度向上、排砂運用へのフィードバック、置土、覆砂実験結果のフィードバック
- 河川領域: 環境への影響評価手法、旧明治用水頭首工の取り扱い、矢作古川分派施設の影響
- 海岸領域: 三河湾里海再生プログラムとの連携検討

領域	今回明らかとなった事項	現時点で不明な事項	今後の検討が必要な事項
土砂生産	砂防施設の設置状況	各管理者の土砂管理目標 これに伴うダム流入土砂量の変化 (検討では現況と変わらないことを想定)	管理者間の連携のあり方 施策進捗状況の情報共有
ダム	排砂後も湾曲部の瀬淵環境は維持される 掘削、運搬は既往状況から可能性を確認	仮置き場の確保(関係機関との調整)	維持掘削、運搬の可能性検討の精度向上 置土、覆砂実験結果の環境影響へのフィードバック
河川	旧明治用水頭首工撤去による土砂通過向上の可能性	—	旧明治用水頭首工の取り扱い、撤去可能性等
	排砂実施による干潟、砂州回復効果	横断方向の土砂の堆積傾向	平面的な水流、土砂移動を考慮できる手法による検討
	—	長期的な植生(ヨシ原、樹林帯)の消長	河道内の植生の消長を考慮した河床変動 (河床高、河床材料、植生の繁茂状況)
	—	矢作古川上流端での通過土砂量	矢作古川分派土砂量(現況、分派堰設置後)
	—	実河川における人為的土砂供給の効果・影響の把握	実河川での河床の応答把握
海岸	国交省、愛知県で干潟・浅場造成の計画検討中	海岸領域への必要供給土砂量・質の評価	三河湾再生との連携方策検討 現状・目標・シナリオの検討