

第 15 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会

環境改善放流計画（土砂還元計画）について（中間報告）

令和 2 年 3 月 11 日（水）

大 阪 府

■第10回環境改善放流部会での審議内容

環境改善放流計画の策定（フラッシュ放流計画、土砂還元計画、効果把握調査計画）



今回審議事項	具体的な内容
○土砂還元計画	<ul style="list-style-type: none"> ○これまで検討した土砂還元計画の概要 ○土砂還元実施方針（案） ○今後の置き土試験施工計画

目 次

1. 環境改善放流によるダム下流の河川環境へ期待される効果.....	1
2. 過年度に検討した土砂還元計画の概要.....	2
2.1. ダム供用後の河床変動予測.....	3
2.2. 土砂還元効果の予測.....	5
2.3. 土砂採取候補地の選定.....	8
3. 土砂還元実施方針（案）.....	10
4. 今後の置き土試験施工計画.....	11
4.1. 過年度試験施工で得られた知見と課題.....	11
4.2. 置き土施工予定地と調査区間.....	11
4.3. 置き土形状.....	12
4.4. モニタリング内容.....	13
5. 第10回環境改善放流検討部会での指摘事項に対する対応.....	14

1. 環境改善放流によるダム下流の河川環境へ期待される効果

- 他ダムの事例よりフラッシュ放流により期待される効果としては、1) 付着藻類の剥離更新の促進、2) 河道内の攪乱頻度の確保、3) 生物生息環境の改善があげられる。
- 安威川ダムではフラッシュ放流とあわせて土砂還元を行うことにより、ダム直下の河床低下の抑制、粗粒化等の抑制とともに、クレンジング効果により付着藻類の剥離更新が期待できる。

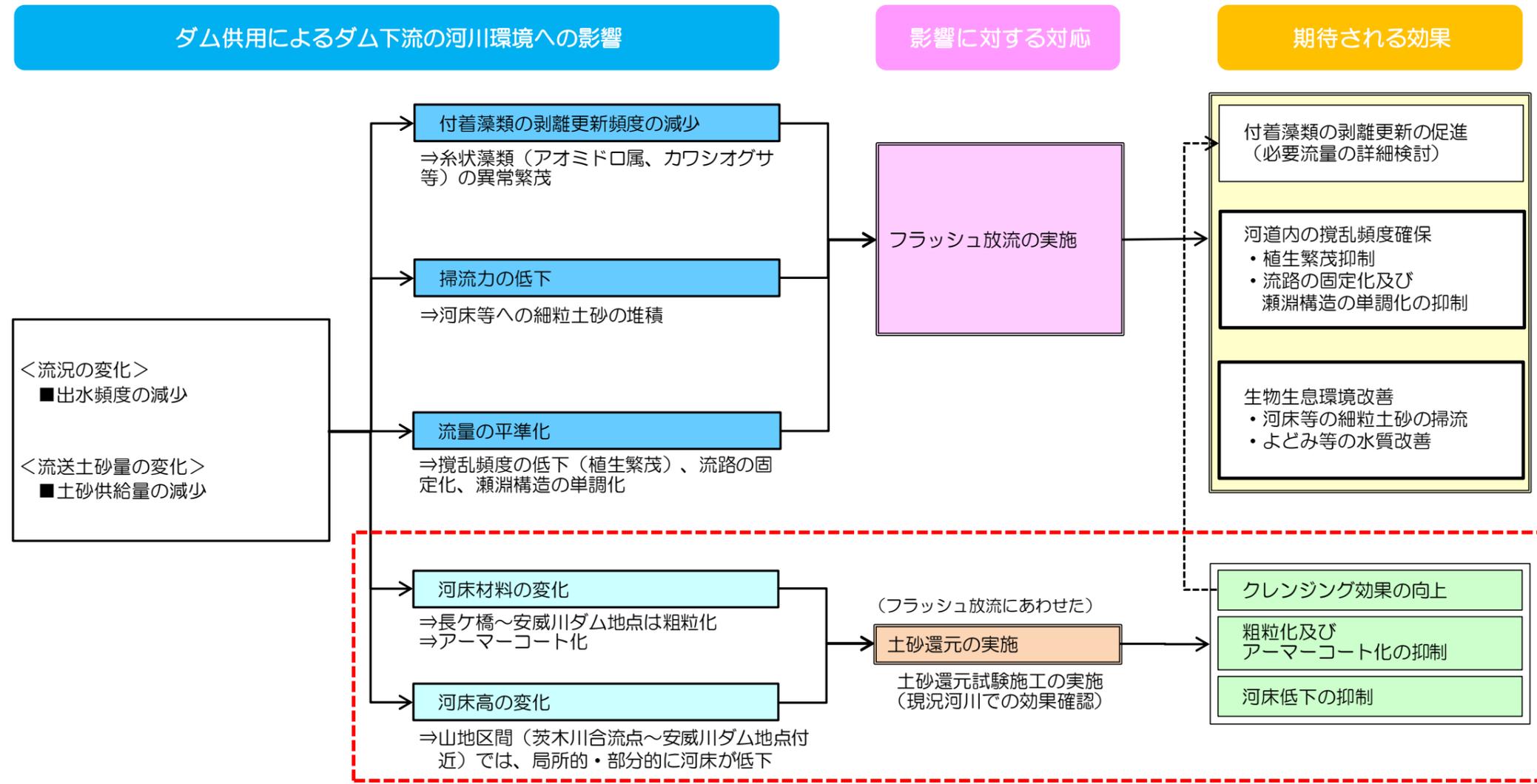


図 1-1 ダム供用による河川環境への影響と環境改善放流により期待される効果

2. 過年度に検討した土砂還元計画の概要

- ダム建設により下流への土砂供給量が減少し、河床高の変化や河床材料の粒度分布の変化等の発生が懸念される。ダム供用後の下流河川への影響を軽減するためフラッシュ放流にあわせた土砂還元を計画する。
- 堆砂シミュレーションの結果、下流河川で減少の予測される粒径の砂礫が効率的に採取可能な地点である常時満水位付近 No.16～19 区間を土砂採取候補地として選定した。
- 河床変動解析の結果、桑原橋の上下流、長ヶ橋上流等の河床の低下や砂礫の減少が想定される箇所を置き土候補箇所とした。



図 2-1 土砂還元計画イメージ

第 13 回審議会資料 3 (R1.7.19) に一部追記

2.1. ダム供用後の河床変動予測

2.1.1. 河床高の変化

- 河床変動解析の結果、茨木川合流点より下流では、ダムがない場合とダムがある場合の50年間の予測において、大きな変化はみられなかった。
- ダム直下の15.7k~17.2k区間では、ダム無しでは堆積傾向であったが、ダム建設によって河床低下傾向に変化する。

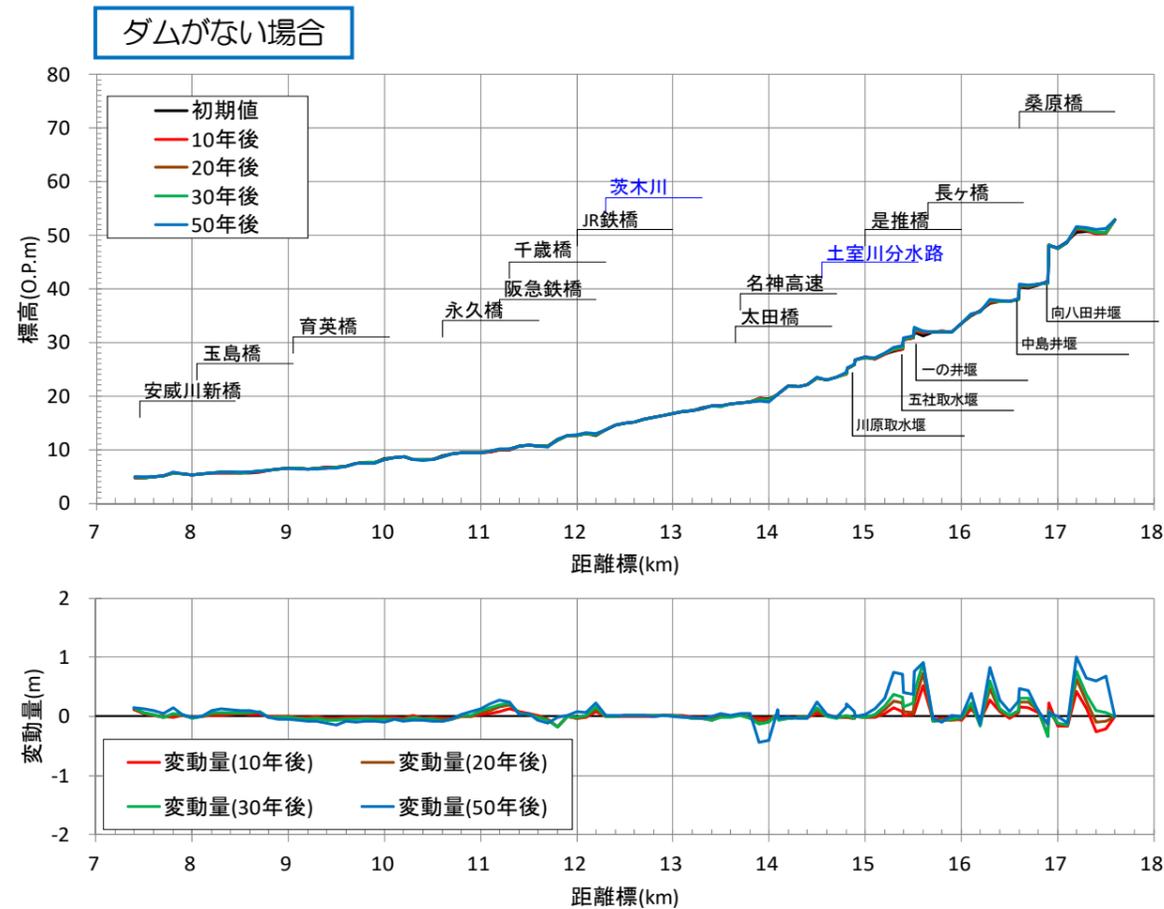


図 2-2 安威川河床変動解析結果（ダムがない場合）

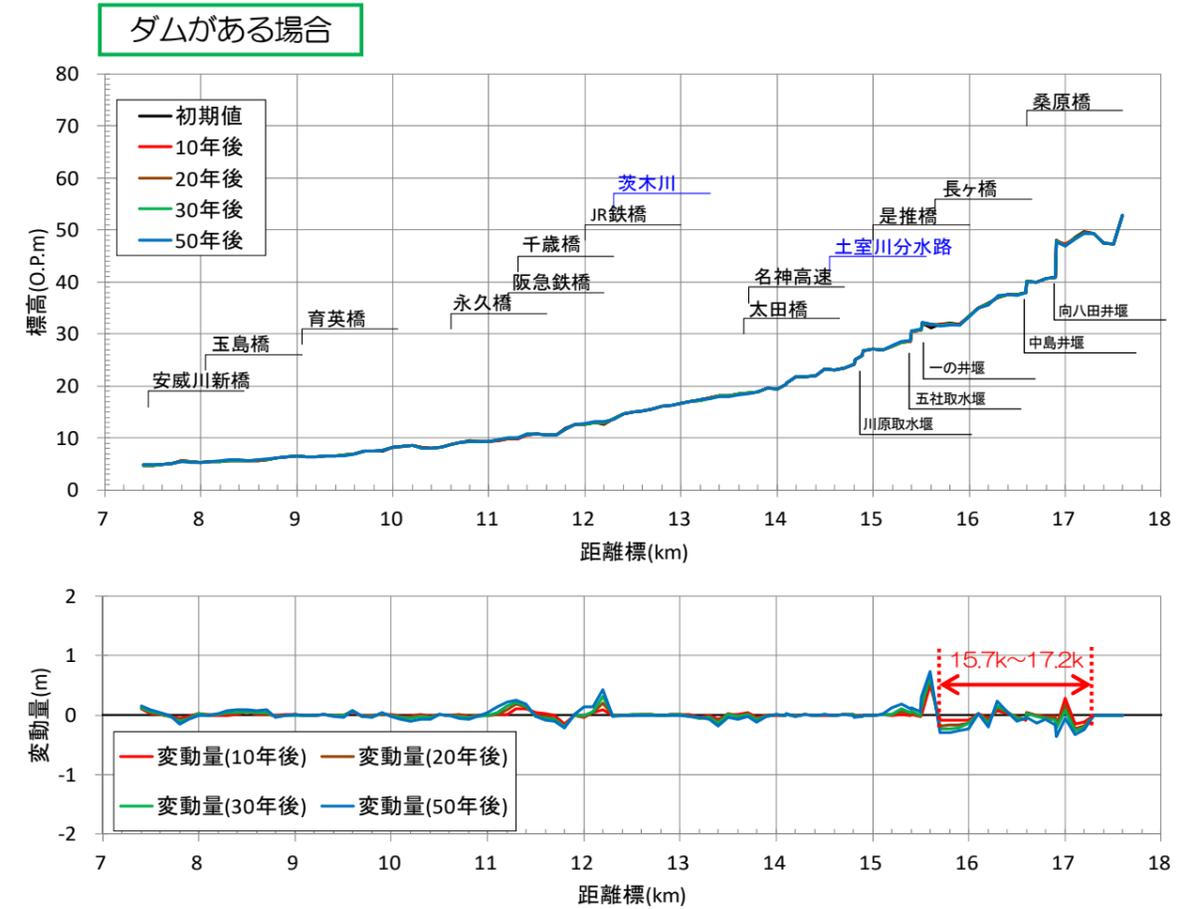


図 2-3 安威川河床変動解析結果（ダムがある場合）

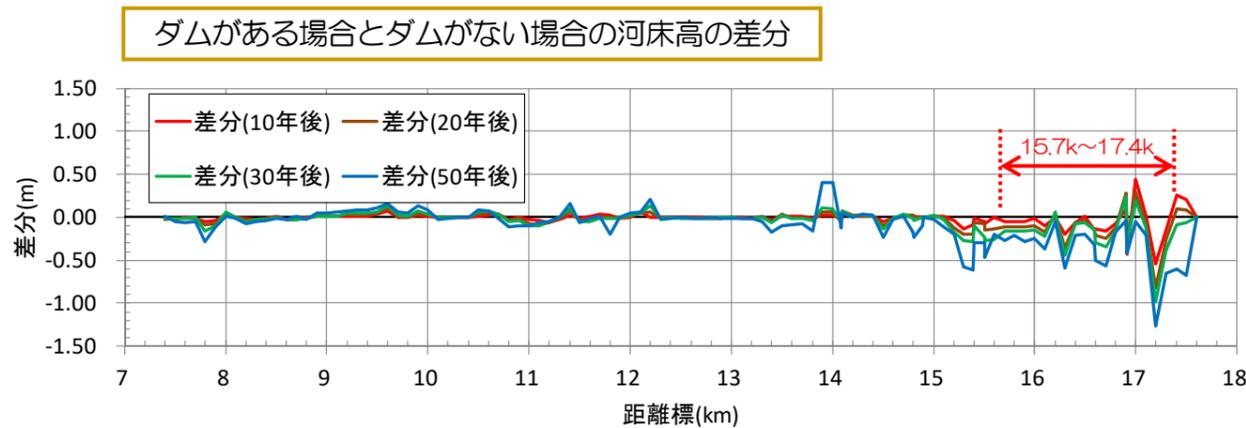


図 2-4 安威川河床変動解析結果（ダムがある場合とダムがない場合の河床高の差分）

表 2-1 初期河床からの低下量

低下区間	50年低下量(m ³)	年平均低下量 V1 (m ³ /年)
15.7k~16.0k	1,624	32.5
16.8k	230	4.6
17.1k~17.2k	2,063	41.3
計	3,917	78.3

年平均 80m³の河床低下

2.1.2. 河床材料の粒度分布 (2mm~300mm) の変化

●ダム建設によって 15.7k~17.4k 区間では、2mm以上の粒径で年平均 400m³の堆積土砂量が減少（ダムがない場合では堆積していたが、ダムがある場合は堆積量が減少）する。特に 2mm~20mm 程度の粒径の土砂量の減少が予測され、それにより砂礫河床を好む生物種への影響が懸念される。

ダムがない場合

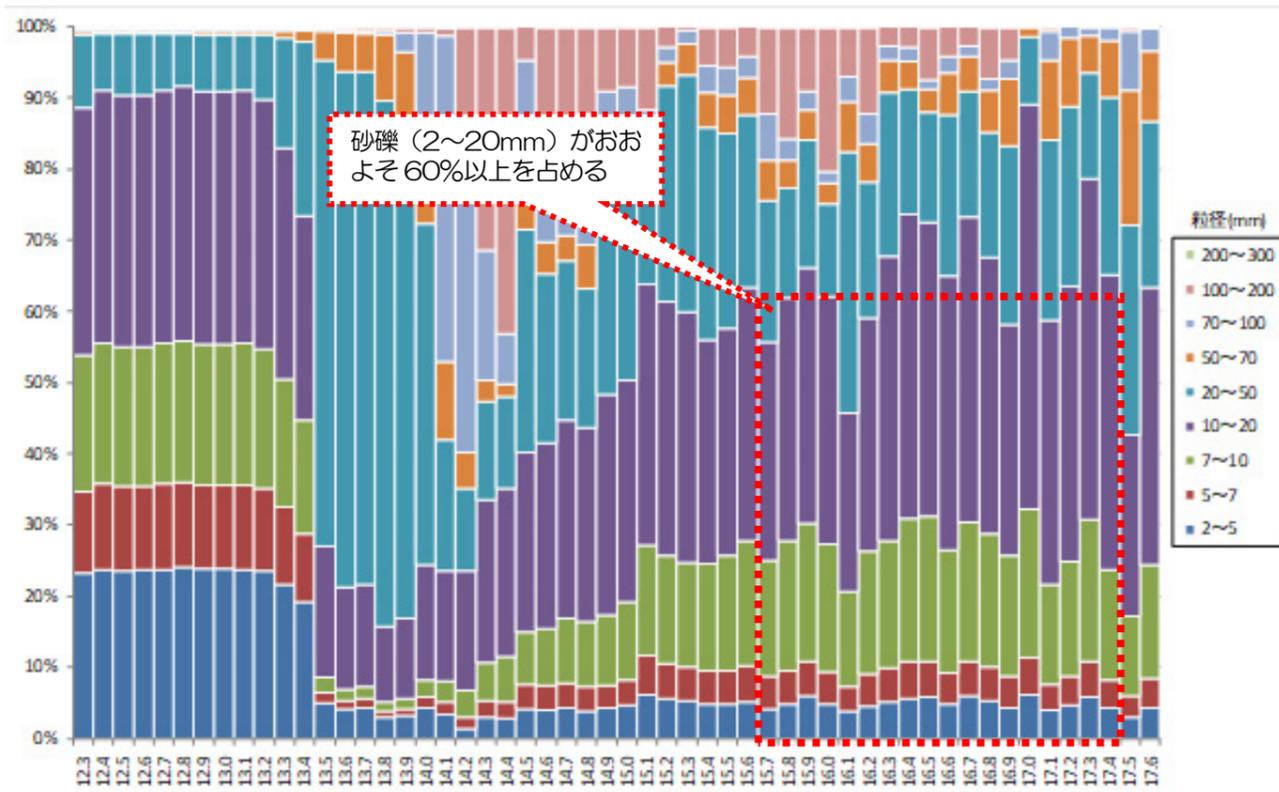


図 2-5 安威川河床材料の粒度組成（ダムがない場合、50年後）

ダムがある場合

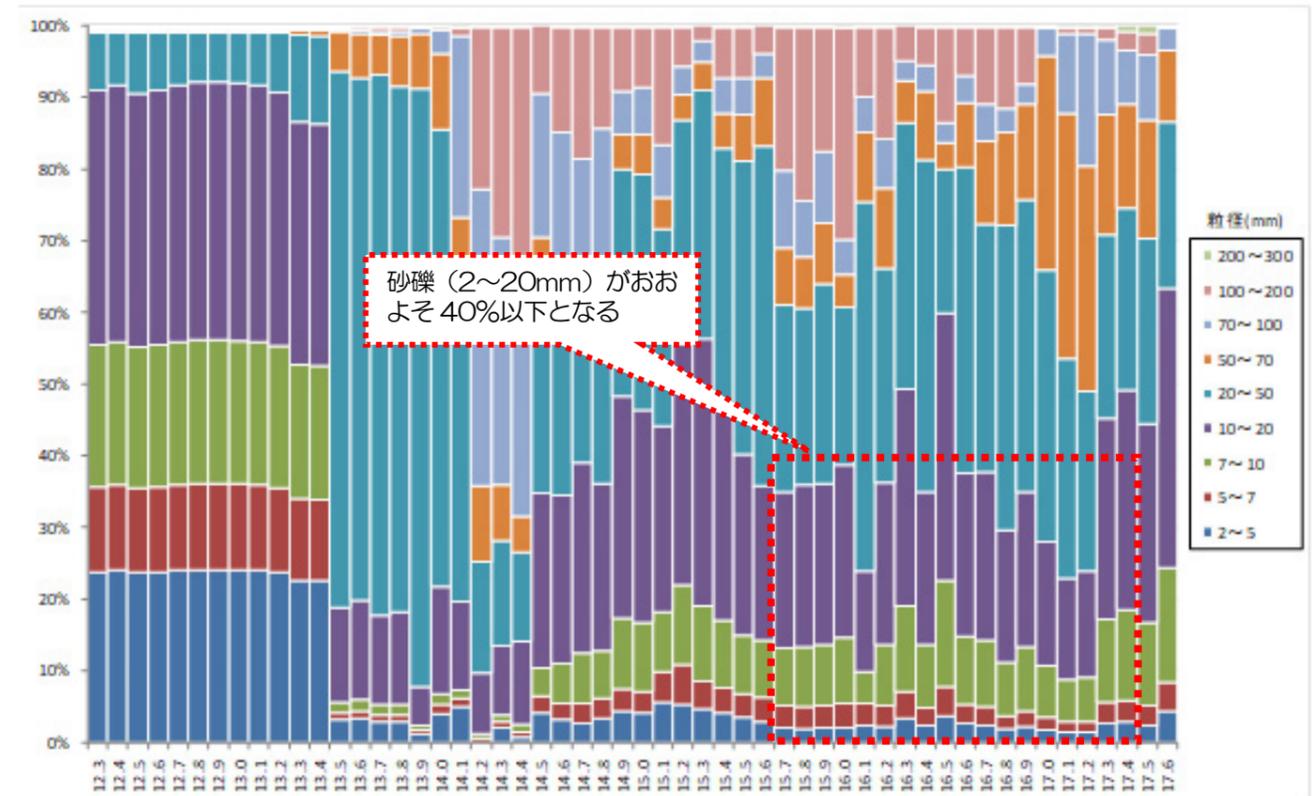


図 2-6 安威川河床材料の粒度組成の変化（ダムがある場合、50年後）

ダムがある場合とダムがない場合の河床材料の差分

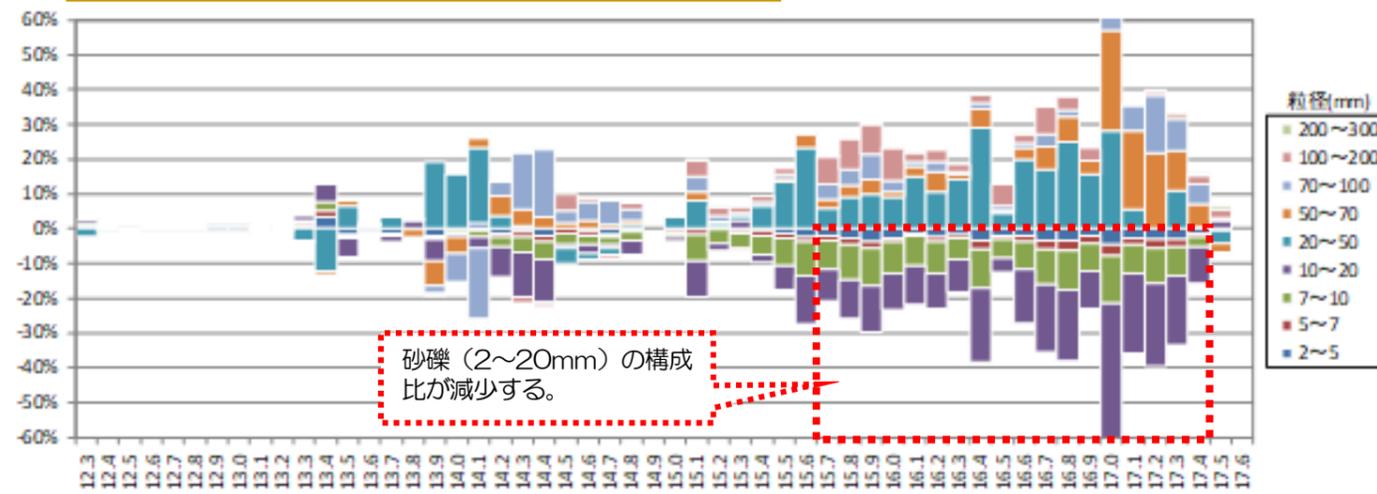


図 2-7 安威川河床材料の粒度組成の変化（ダムがある場合とダムがない場合の河床材料の差分）

表 2-2 堆積土砂の減少量

河床材料の低下区間	50年低下量(m ³)	年平均低下量 V2(m ³ /年)
15.7k~15.9k	1,135	22.7
16.0k~16.4k	5,627	112.5
16.5k~17.0k	5,226	104.5
17.1k~17.4k	8,581	171.6
計	20,569	411.4

年平均 400m³の堆積土砂の減少

出典：「第8回 審議会資料」(H28.2.4) を一部追記

2.2. 土砂還元効果の予測

- 河床高の変化及び河床材料の粒度分布の変化に対して土砂還元の効果を検証するため、以下の条件設定のもと河床変動解析を行った。
- 【置き土箇所】
河床高の低下が予測された箇所の3箇所（15.7k～16.0k、16.8k、17.1k～17.2k）、砂礫割合の減少が予測された箇所の4箇所（15.7k～15.9k、16.0k～16.4k、16.5k～17.0k、17.1k～17.4k）。
- 【置き土量】
年平均河床低下量（V1）及び年平均堆積土砂減少量（V2）をもとに、河床低下に対しては $V1 \times 0.5 \sim 3.0$ 、砂礫割合の減少に対しては $V2 \times 0.1 \sim 1.0$ を想定し、それぞれの箇所の低下量もしくは減少量配分で置き土量を設定。
- 【置き土の粒度組成】
No16～19区間（常時満水位における貯水池の上流端付近）の10年後の粒度組成から2mm以上の粒径をとりあげて、河床変動解析に用いる粒度組成に換算し設定。

(1) 置き土の粒度組成

置き土はダム上流のNo.16～No.19区間の堆積土砂の粒度組成から、粒径2mm以上の粒形をダム下流の粒径区分に合わせて、下表に示す様に組成比で按分して設定した。

表 2-3 置き土の粒度組成

ダム上流区間の堆積土砂（表2-6参照）			置き土の粒度組成	
粒度区分		10年後の粒度組成	粒度区分	粒度組成
0.003mm以下	粘土	0.1%		
0.003～0.02mm	シルト2	0.4%		
0.02～0.075mm	シルト1	19.7%		
0.075～0.25mm	細砂	26.2%		
0.25～0.85mm	中砂	34.2%		
0.85～2mm	粗砂	7.1%		
2～4.75mm	細礫	3.6%	2～5mm	29.3%
4.75～19mm	中礫	5.3%	5～7mm	14.3%
			7～10mm	14.3%
			10～20mm	14.3%
19～75mm	粗礫	2.3%	20～50mm	9.4%
			50～70mm	9.4%
75～150mm	中石	0.4%	70～100mm	3.0%
150～300mm	粗石	0.7%	100～200mm	3.0%
			200～300mm	3.0%

(2) 置き土量

河床低下が予測された箇所（3箇所：15.7k～16.0k、16.8k、17.1k～17.2k）、砂礫割合の減少が予測された箇所（4箇所：15.7k～15.9k、16.0k～16.4k、16.5k～17.0k、17.1k～17.4k）とし、それぞれの箇所の低下量もしくは減少量配分で、置き土量を設定した。

表 2-4 置き土量（河床低下対策）

河床低下箇所	年平均低下量 V1 (m ³ /年)	置き土地点	置き土量 (m ³ /年)				
			V1×0.5	V1×1.0	V1×1.5	V1×2.0	V1×3.0
15.7k～16.0k	32.5	15.7k～15.9k	17	33	49	65	98
16.8k	4.6	16.8k	3	5	7	10	14
17.1～17.2k	41.3	17.2k	21	42	62	83	124
計	78.3		41	80	118	158	236

表 2-5 置き土量（砂礫割合減少対策）

河床材料低下箇所	年平均低下量 V2 (m ³ /年)	置き土地点	置き土量 (m ³ /年)						
			V2×0.1	V2×0.2	V2×0.3	V2×0.4	V2×0.6	V2×0.8	V2×1.0
15.7k～15.9k	22.7	15.9k	2.3	4.6	6.9	9.1	13.7	18.2	22.7
16.0k～16.4k	112.5	16.4k	11.3	22.6	33.8	45.1	67.6	90.1	112.6
16.5k～17.0k	104.5	17.0k	10.5	21.0	31.4	41.9	62.8	83.7	104.6
17.1k～17.4k	171.6	17.2k	17.2	34.4	51.5	68.7	103.0	137.3	171.7
計	411.4		41.3	82.6	123.6	164.8	247.1	329.3	411.6

2.2.1. 河床低下対策

●河床変動解析の結果、年平均河床低下量（初期河床との差分 $V1$ ：約 $80\text{m}^3/\text{年}$ ）の3倍程度（ 240m^3 ）の置き土量設定において、河床低下がほぼ解消すると予測された。

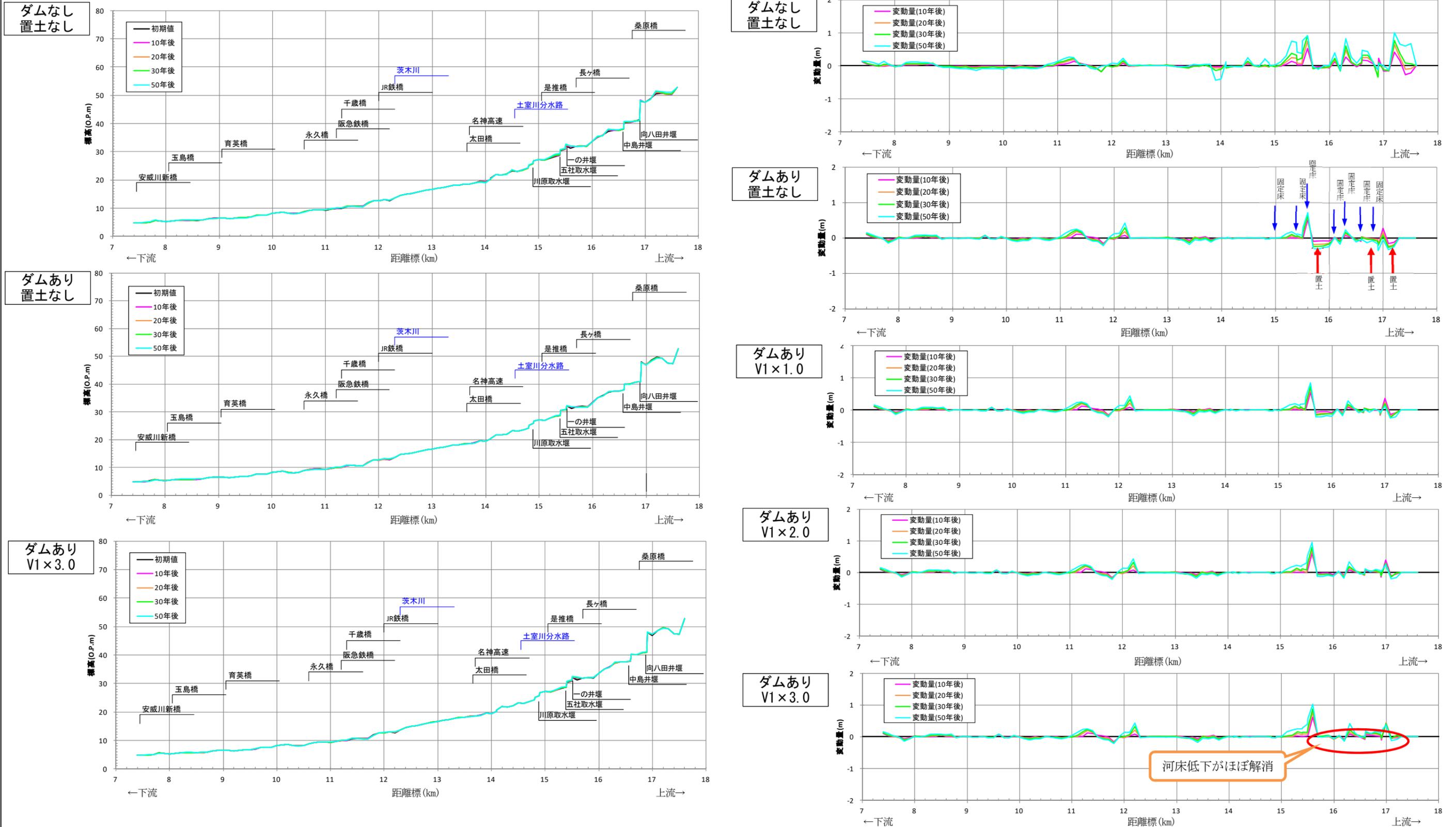


図 2-8 河床低下対策を主眼とした土砂還元を実施した場合の河床変動解析結果（3箇所年平均低下量 $V1=80\text{m}^3$ の1~3倍置き土を実施した場合）

出典：「第5回 環境改善放流検討部会資料」（H28.1.22）

2.2.2. 砂礫割合減少対策

●河床変動解析の結果、年平均堆積土砂の減少分（ダムがない場合とダムがある場合の差分 $V2: 400\text{m}^3/\text{年}$ ）の4割（ 160m^3 ）の置き土設定において、河床材料の変化に対して一定の軽減効果（砂礫の比率をダムがない場合と同程度の50%）が確認できた。※砂礫河床を好む生物への影響低減。

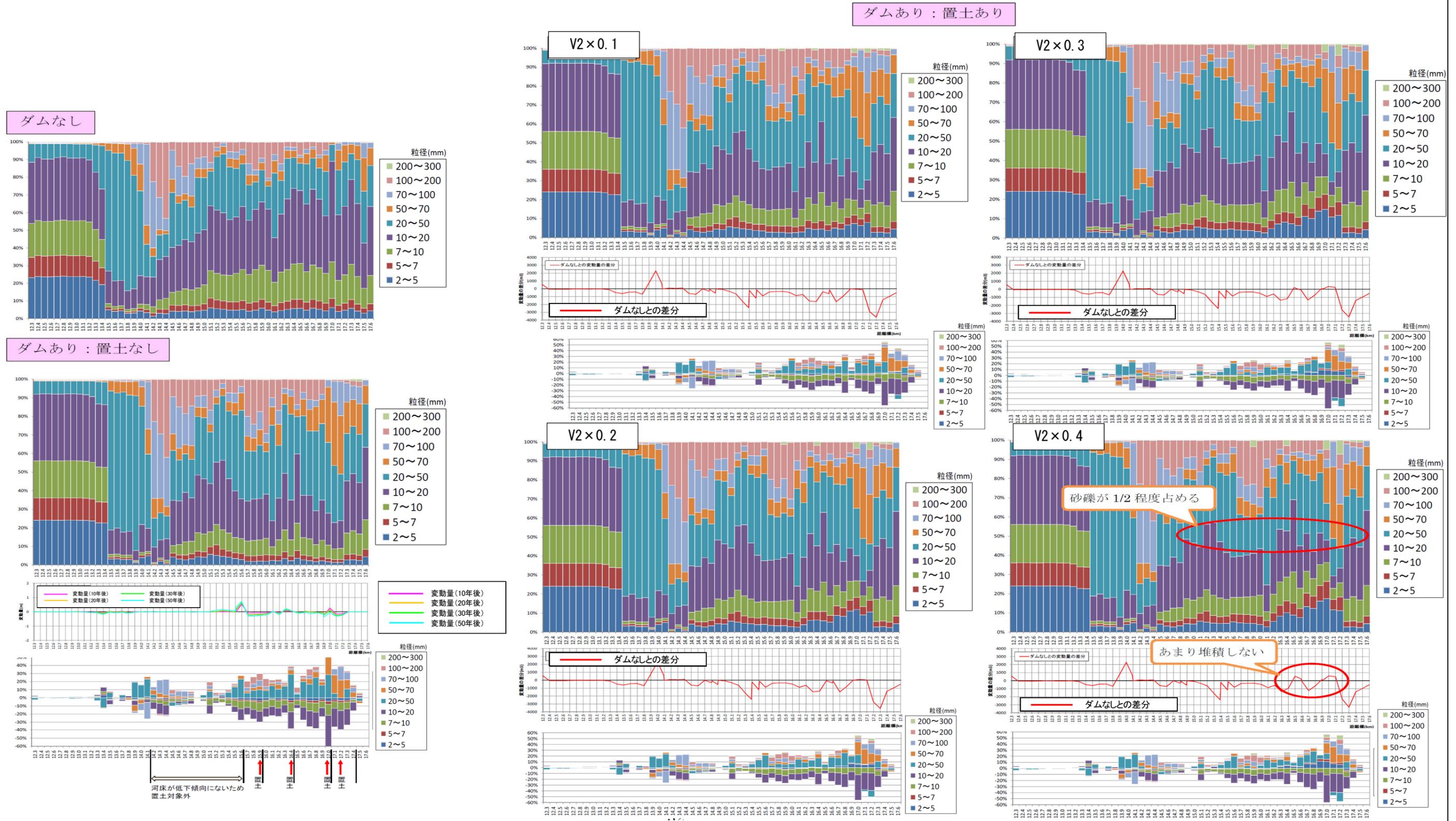


図 2-9 砂礫割合の減少対策を主眼とした土砂還元を実施した場合の河床変動解析結果（4箇所年平均堆積土砂減少量 $V2=400\text{m}^3$ の0.1~0.4倍置き土を実施した場合）

出典：「第5回 環境改善放流検討部会資料」(H28.1.22)

2.3. 土砂採取候補地の選定

- 砂礫が効率的に採取可能な地点として常時満水位付近 No16~19 区間を選定。
- 堆砂シミュレーションの結果、上記区間の堆砂量は年平均 9,000m³ (2,000~17,000m³/年) で、そのうちダム下流で減少する 2~20mm の粒径は全体の 9%程度である。

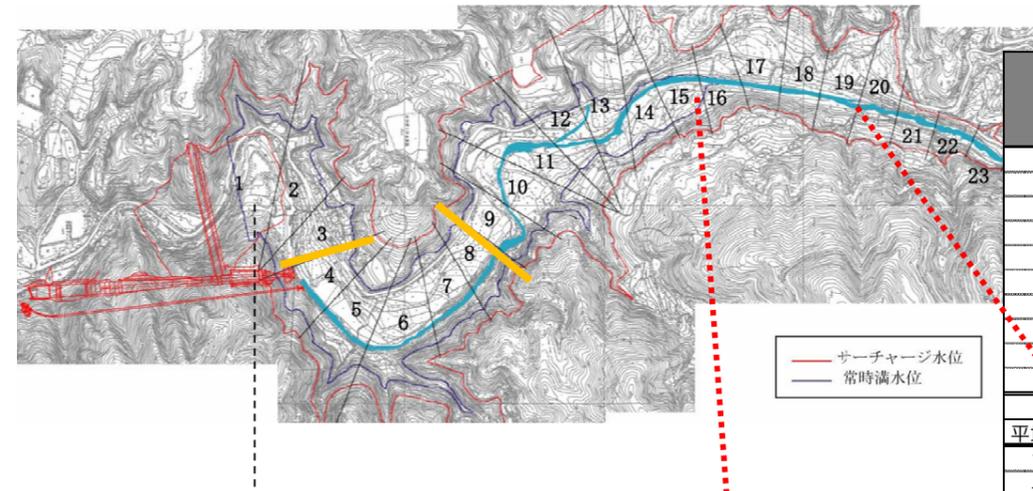


表 2-6 ダム上流区間の堆積土砂量

	累積堆積土砂量 (m ³) 【区間: No.16~No.19】											合計
	粘土 (0.003mm 以下)	シルト 2(0.003~ 0.02mm)	シルト 1(0.02~ 0.075mm)	細砂(0.075 ~ 0.25mm)	中砂(0.25 ~ 0.85mm)	粗砂(0.85 ~ 2mm)	細礫(2~ 4.75mm)	中礫(4.75 ~ 19mm)	粗礫(19~ 75mm)	中石(75~ 150mm)	粗石(150~ 300mm)	
1年後	4	22	1,649	3,166	2,290	391	177	431	323	51	24	8,528
2年後	7	40	2,202	3,416	2,693	432	190	462	352	53	26	9,873
3年後	6	32	2,242	3,830	4,210	799	362	678	471	63	28	12,721
4年後	9	50	3,199	5,367	4,947	1,016	485	859	598	87	34	16,652
5年後	5	25	1,828	2,831	4,843	1,089	603	1,047	702	99	39	13,110
6年後	1	8	493	829	441	91	49	139	114	55	36	2,256
7年後	3	17	828	988	564	175	112	236	127	47	83	3,179
8年後	2	8	353	337	637	178	104	213	115	43	73	2,063
9年後	6	32	1,690	2,744	2,136	456	258	408	172	51	77	8,031
10年後	7	40	2,160	2,870	3,742	777	389	574	256	47	76	10,937
平均堆積土砂量	5	27	1,664	2,638	2,650	540	273	505	323	60	49	8,735
平均堆積土砂の粒度組成	0.1%	0.3%	19.1%	30.2%	30.3%	6.2%	3.1%	5.8%	3.7%	0.7%	0.6%	100%
10年後の粒度組成	0.1%	0.4%	19.7%	26.2%	34.2%	7.1%	3.6%	5.3%	2.3%	0.4%	0.7%	100%
10年後の粒度組成 (2mm以上)							29.3%	43.0%	18.7%	3.3%	5.7%	100%



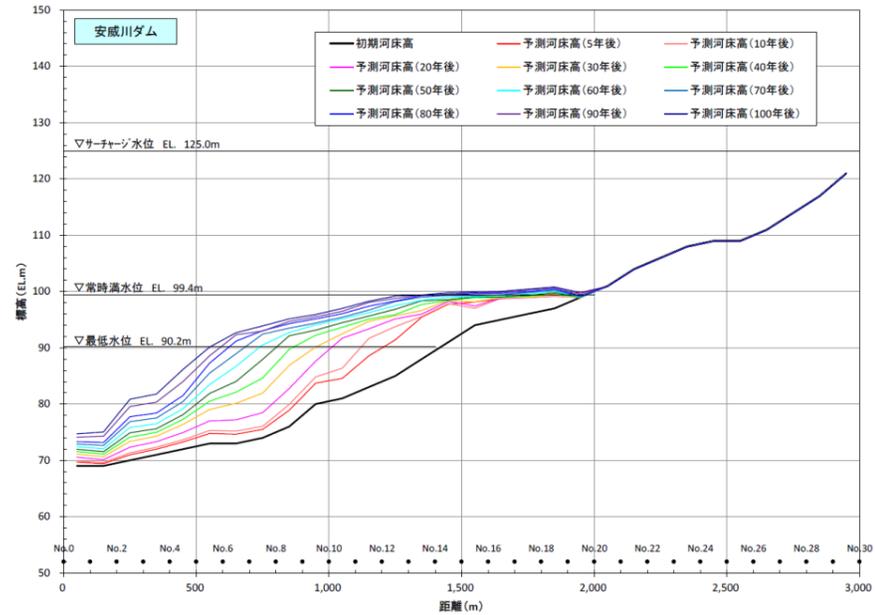
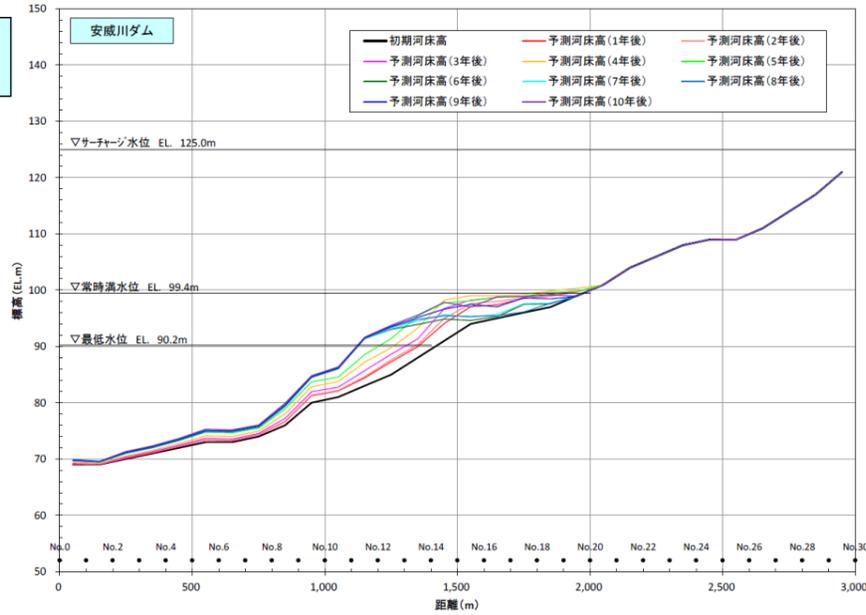
図 2-10 土砂採取候補地点

出典: 「第5回 環境改善放流検討部会資料」(H28.1.22)

【中期（1～10年）の傾向】

【長期（5～100年）の傾向】

堆砂縦断形状の経年変化

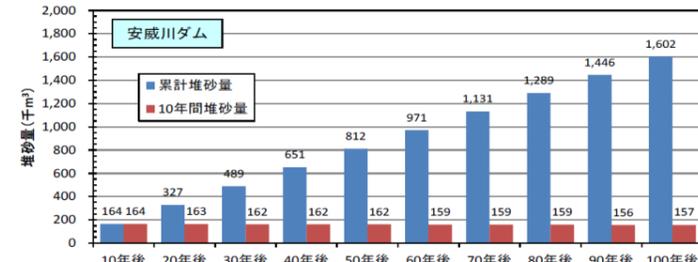
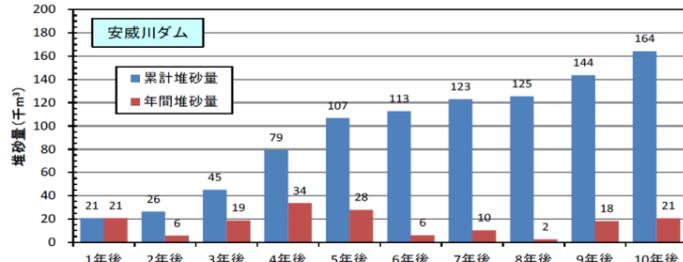


・経年的に、標高が常時満水位（EL.99.4m）付近となるNo.20地点から堆砂が形成され始め、デルタ肩を形成しながらダムサイトへ向かって堆砂が進行していき、常時満水位（EL.99.4m）付近では水平に堆積していく。

・経年的な堆砂形状の変化みると、5年後～6年後にデルタ肩が大きく前進している。これは、6年後（H12年）に貯水位が大きく低下（EL.90m付近）し、常時満水位（EL.99.4m）付近に堆積していた土砂が下流へ流下したためと考えられる。

・堆砂量の縦断分布より、粒径が小さいシルト・粘土はダムサイ付近に、比較的粒径大きい砂礫は堆砂の上流部に堆積し、粒径に応じて分級して堆積している状況がわかる。

堆砂量の経年変化



粒径別堆砂量の縦断変化

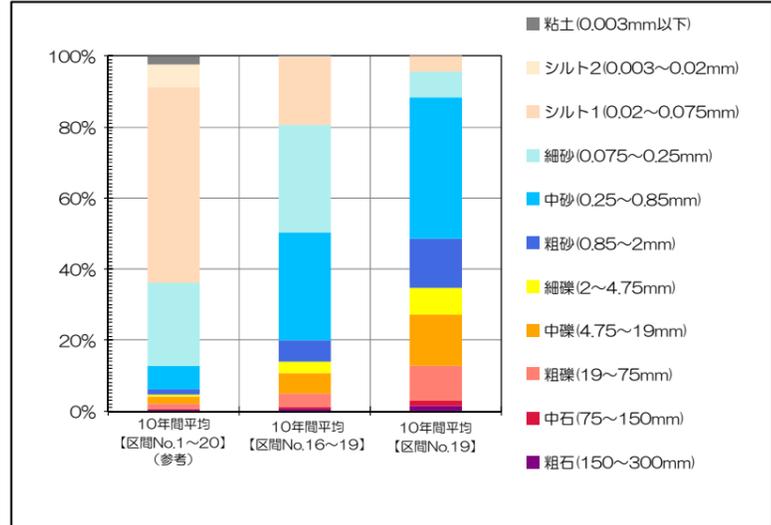
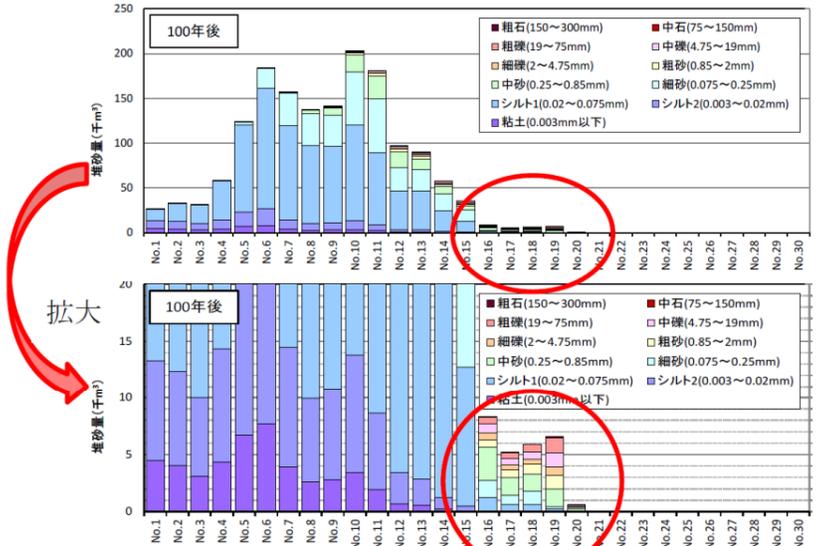
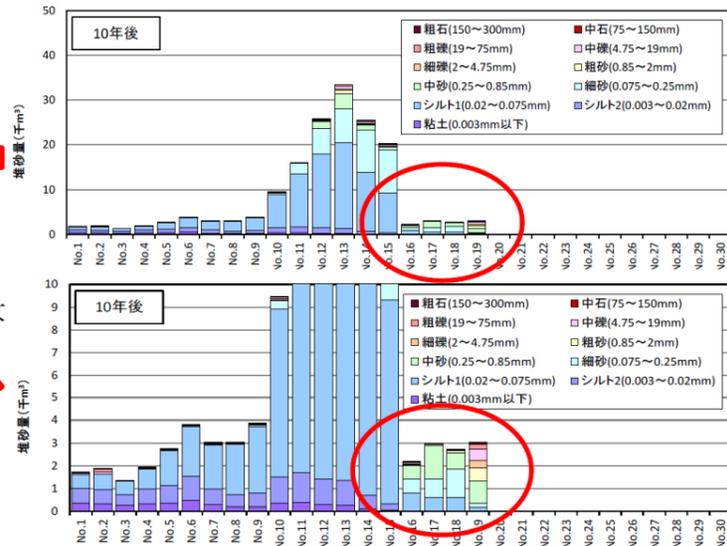


図 2-11 安威川ダム堆砂シミュレーション結果（左：1～10年後、右5～100年後）
出典：「第5回 環境改善放流検討部会資料」（H28.1.22）

図 2-12 土砂採取候補地の堆積土砂の粒度組成

3. 土砂還元実施方針（案）

- 【土砂採取候補地】

下流で減少する粒度区分の砂礫をより効率的に採取するため、対象粒径が含まれる No.16～No.19 区間のうち、特に礫の堆積割合の多い No.19 を土砂採取候補地とする。

- 【置き土候補箇所】

過年度の検討では河床低下および砂礫の減少が予測される箇所（7箇所）への直接置き土を仮定していたが、ダム直下流の1箇所を置き土候補地として土砂還元し、下流河川の状態（河床低下、粒度組成の変化）を経過観察していく。

- 【置き土量】

（ダム供用前）

上記置き土候補箇所を試験施工を実施し、置き土可能スペース、効果的置き土形状等を検証し設定。

（ダム供用後）

土砂還元実施に伴う効果把握調査の結果を検証しながら置き土量等を柔軟に変更していく。



過年度の河床変動解析の置き土仮定箇所



実施方針における置き土候補箇所



- 【対応方針】

- ・経過観察（5年後、10年後等）の結果をもとに、必要に応じて下流7箇所の河床低下および粗粒化が懸念される場所に直接置き土する等、河床低下対策および粗粒化対策を検討していく。
- ・対策の検討にあたっては、河川環境（河床の粒度組成の変化に影響を受ける魚類や底生生物等）の視点も含め検討していく。

4. 今後の置き土試験施工計画

- 「3. 土砂還元実施方針（案）」において設定された土砂還元（ダム直下流の1箇所への置き土）に対して、置き土の形状等を事前把握するためにダム供用前に現地置き土試験を実施する。
- 置き土形状は、洪水時の安全性（流下断面）、出水規模に応じて流出状況を確認できる断面形状を検証し決定する（使用する土砂は河川堆積土砂の活用を検討）。流出状況を見て流量に応じた置き土形状を決定していく。
- モニタリング内容は、①土砂流下量（測量）、②流下した置き土の粒径（トレーサーを用いた流下土砂の確認（踏査））、③下流河川の横断形状の変化（測量）とする。

4.1. 過年度試験施工で得られた知見と課題

過年度の置き土試験施工で得られた知見と課題を整理すると以下の通りとなる。

表 4-1 過年度置き土試験施工結果

	得られた知見	課題
置き土量 （流出土砂量）	・約 30m ³ /s の出水で、約 70m ³ の土砂が流出	・実際の運用想定箇所における流出土砂量
置き土形状	・流量規模 30m ³ /s 相当の高さは約 30m ³ /s の出水では流出しない。	・フラッシュ放流で設定した流量見合いの自然出水で流出する置き土の高さ

4.2. 置き土施工予定地と調査区間

置き土試験施工予定地は、ダム供用後に河床低下が予想される範囲の上流（転流工出口付近を想定）とする。

調査区間は河床低下が想定される長ケ橋から桑原橋上流区間とする。



図 4-1 置き土試験施工予定地

4.3. 置き土形状

- 置き土の平面形状は、現流路に沿って縦長の形状とし、平常時には流水に浸からない範囲とする。また、平常時の浸食防止（断続的な濁り発生の抑止）を目的として、置き土前面（水際）に石（岩）を設置する（※）。
- 置き土の横断形状は2段とし、それぞれの高さは $10\text{m}^3/\text{s} \sim 20\text{m}^3/\text{s}$ 相当以上および $20\text{m}^3/\text{s} \sim 30\text{m}^3/\text{s}$ 相当以上で置き土が掃流できる高さとする。また、出水時の置き土の浸食（流出）促進を目的として、置き土の上面（天端）に切込みを入れる（※）。

※三春ダムで実績あり

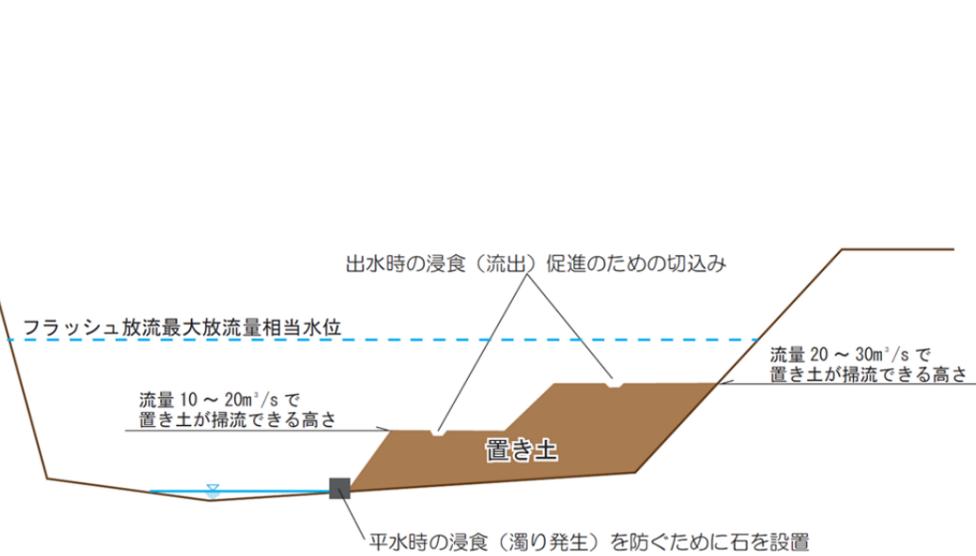


図 4-2 置き土配置横断の模式図



図 4-3 置き土予定箇所の状況（イメージ）

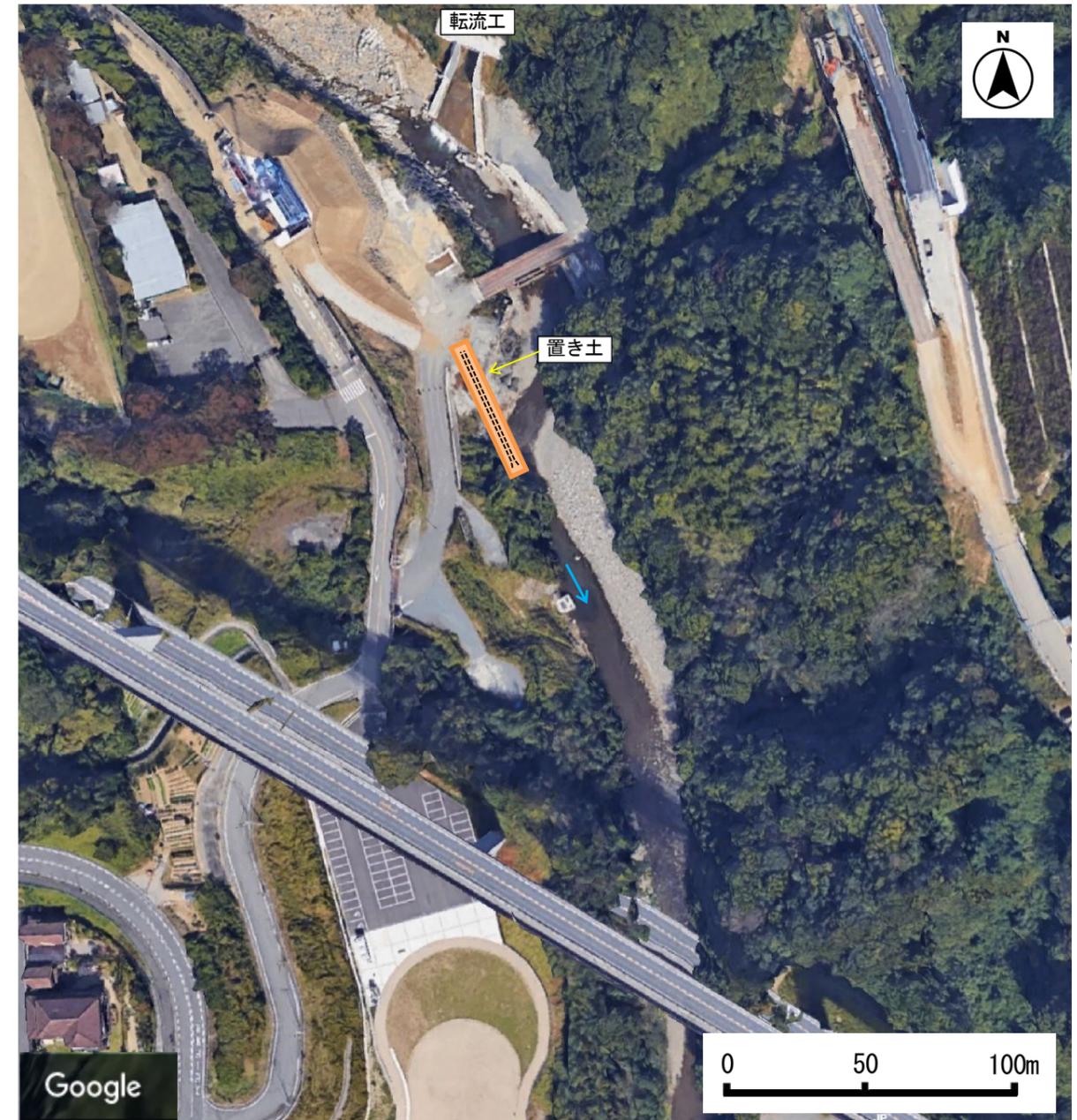


図 4-4 置き土配置平面の模式図

出典：<https://earth.google.com/web/@34.86750641,135.56251256,99.00218662a,602.54494476d,35y,6.42893718h,0t,0r>

4.4. モニタリング内容

4.4.1. 置き土の粒度組成の把握

置き土使用土砂で平均的な一部を採取し、ふるい分け法により置き土の粒度組成を把握する。

4.4.2. 置き土量及び形状の把握

置き土配置直後に河川測量により立体的に置き土の形状を把握し、最終的な置き土量を算出する。
また、出水により置き土の流出が確認された際にも河川測量等を行い、残土量及び流出量を算出する。

4.4.3. 置き土下流の河川横断形状の変化の把握（横断形状の変化）

置き土直下の横断形状の変化を把握するために、河川横断測量を実施する。

図 4-6 に示すとおり、置き土直下は密に、その下流はダム供用前の河床の状況を把握する目的で、定期横断測量の断面で測量を行う。

4.4.4. 出水時に流下する置き土の粒径及び距離

粒径別のトレーサー（石灰石）を準備し、置き土の中に再配置し、出水時に流下したトレーサーの粒径を計測し、想定した掃流力が得られたか検証する。

表 4-2 には、土砂還元事業においてトレーサー（石灰石）を用いた実績の事例を示す。これらの事例からトレーサー（石灰石）は置き土量の 1 割を目安とする。なお、トレーサーの粒径別量については、置き土の粒径と販売されているトレーサーの粒径を考慮して決定する（例 置き土を 100m³ 設置する場合は、トレーサー総量は 1 割の 10m³ とする。置き土 100m³ のうち粒径 2~10 mm の割合が 30%（約 30m³）だった場合、粒径 2~10 mm のトレーサーは 3m³ 程度とする）。
トレーサー（石灰石）は置き土と攪拌して設置する。

表 4-2 トレーサーを用いて追跡調査を実施した事例

事例	置き土量	トレーサーの粒径・量	出典
浦山ダム	1,000m ³	最大粒径 5~15mm 51,19kg(概算で 20m ³)	1)
三春ダム	1,000m ³	粒径 4~20mm 100m ³	2)
津軽ダム	220m ³ 300m ³	30m ³ 30m ³	3)



- 出典 1) 梶野健・浅見和弘・中蔦一彦・杉尾俊治・林貞行・高橋陽一（2003）. 浦山ダム下流に投入した土砂がウグイの産卵にもたらす効果について. 応用生態工学.6(1) : 51-58.
2) 伊藤尚敬（2002）. 三春ダム下流河川における土砂供給試験. ダム技術.193 : 64-69.
3) 吉田久・田嶋正樹（2013）. 津軽ダムにおける土砂還元の取り組み. ダム技術.327 : 41-48.

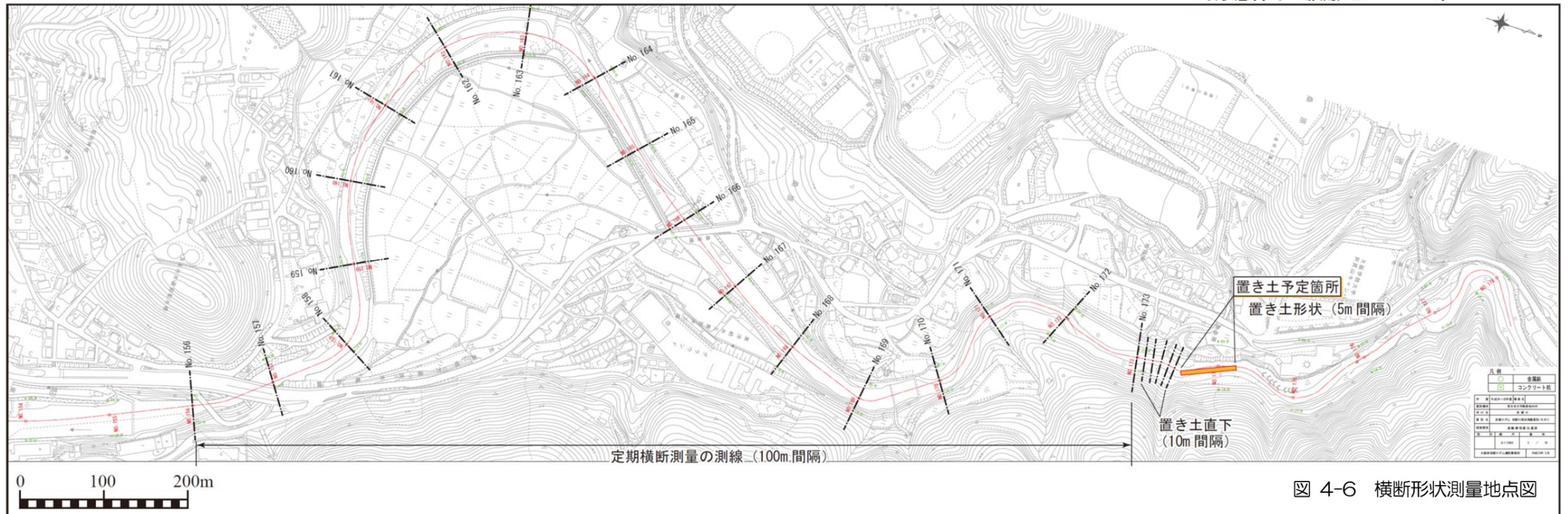


図 4-6 横断形状測量地点図

5. 第10回環境改善放流検討部会での指摘事項に対する対応

表 5-1 第10回環境改善放流部会における指摘事項に対する対応（土砂還元計画）

No.	指摘事項	対応・対応方針	備考
1	<ul style="list-style-type: none"> • 既往の河床変動解析では 2mm 未満の粒径の土砂を対象としていないため、ダム供用後の河床の変化については 2mm 未満の粒径の土砂も含めた予測が必要ではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> • ダム下流河川において表層以下の河床の粒度分布の調査（2mm未満を考慮）を行い、安威川の現況の河床材料の構成を把握する。その調査結果を踏まえて河床の変化の予測について委員にご助言を賜りたい。 	
2	<ul style="list-style-type: none"> • 2mm 未満の土砂も間隙生物といわれるユスリカや水生昆虫の幼齢期の生息場として機能していると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> • これまでの調査結果を精査し、細粒分に生息する種を整理する。 	
3	<ul style="list-style-type: none"> • 置き土のスペース、1日で運搬できる土量などの制約条件から総合的に置き土の可能量の検討が必要ではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> • 来年度予定する試験施工の際に、置き土予定箇所における置き土可能量を算定する。 • あわせて具体的な土砂採取計画、運搬計画等を検討し総合的に置き土量の目安を作成する。 	
4	<ul style="list-style-type: none"> • 土砂還元は 河川管理を総合的に行っていく上での一つの施策という位置づけであり、土砂還元だけで課題が解消されるわけではない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 土砂還元に加え、通常の河川の維持管理（堆積土砂の除去、河床整正など）を適切におこなっていく中で、短期的調査や長期的調査の結果を反映させていく。 	
5	<ul style="list-style-type: none"> • 置き土試験施工のトレーサー試験によりトレーサーがどこまで流れたかを確認しても、置き土の効果による下流河川の河床の変化を把握することはできない。 	<ul style="list-style-type: none"> • トレーサー試験は、どの程度の大きさの粒径が流されたかを確認するために実施する。 	