

大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会
第 4 回 安威川ダム環境改善放流検討部会

フラッシュ放流及び土砂還元計画について（資料編）

平成 27 年 10 月 26 日

■目次

1. フラッシュ放流計画の具体化検討(Ⅰ) 1

2. 土砂還元(置き土)計画の検討(Ⅱ) 11

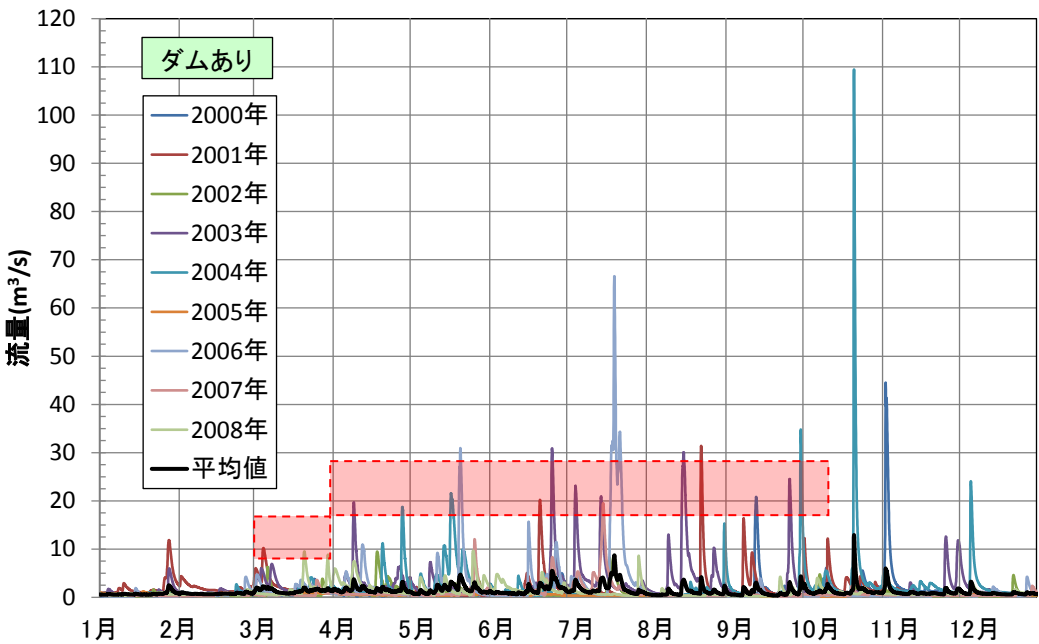
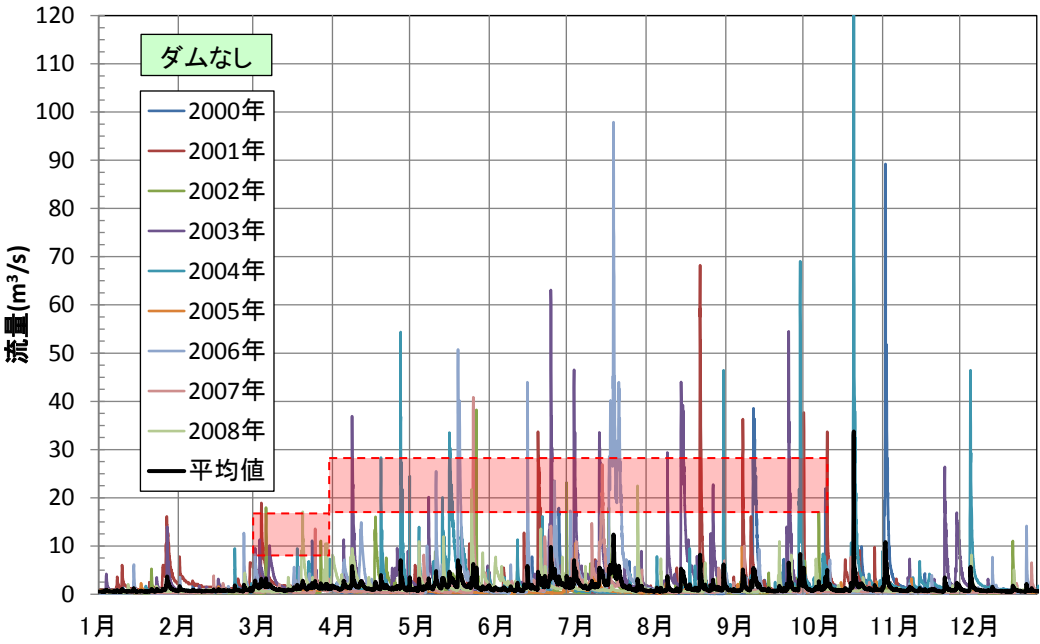
3. フラッシュ放流に関するダム運用計画の検討(Ⅲ) 21

4. フラッシュ放流に関するモニタリング結果(Ⅳ) 23

1. フラッシュ放流計画の具体化検討

■ダム建設によって予想される影響

ダム建設により、梅雨期及び台風期において出水規模が大きく低減する。また、3月では10～20m³/s 規模、4月～10月では20～30m³/s 規模の出水が大きく低減する。



<資料編 P.2 参照>

時刻流量ハイドログラフ (2000 年～2008 年)

月別最大流量（ダムなし） 単位 (m³/s)

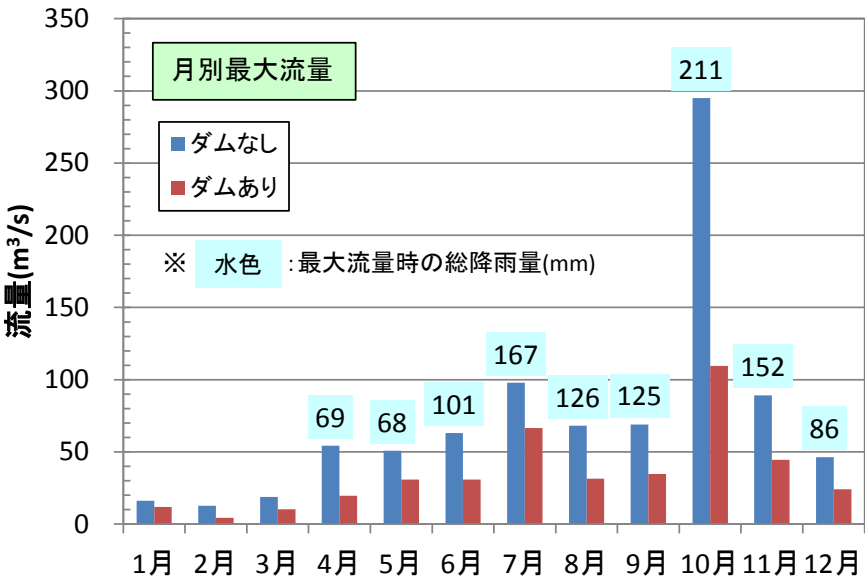
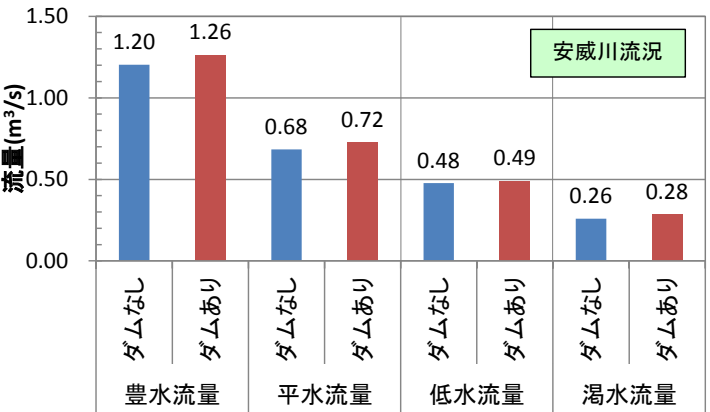
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大
2000年	1.6	2.3	11.1	3.2	3.6	17.9	6.8	3.9	38.5	21.9	89.2	1.2	16.8	89.2
2001年	16.1	7.8	18.9	1.8	10.5	33.7	7.2	68.2	36.3	37.7	3.2	1.5	20.2	68.2
2002年	5.2	0.8	17.9	16.1	38.2	4.7	23.1	5.2	4.7	17.0	4.2	11.0	12.4	38.2
2003年	14.0	3.2	11.3	36.9	20.1	63.1	46.6	44.0	54.5	2.8	26.4	9.5	27.7	63.1
2004年	1.7	9.5	9.5	54.4	33.5	16.1	4.2	46.4	69.0	295.1	8.9	46.4	49.6	295.1
2005年	2.3	1.6	2.8	0.7	2.6	2.4	10.5	4.2	9.8	2.6	3.3	1.6	3.7	10.5
2006年	6.1	12.7	8.2	14.9	50.8	44.0	97.9	2.5	9.4	7.1	3.9	14.1	22.6	97.9
2007年	0.6	3.8	13.6	1.0	40.9	14.1	26.9	6.9	10.0	7.7	1.0	6.5	11.1	40.9
2008年	2.0	4.4	17.1	9.5	21.7	13.6	22.4	7.3	10.9	7.3	1.8	8.2	10.5	22.4
平均	5.5	5.1	12.3	15.4	24.7	23.3	27.3	21.0	27.0	44.4	15.8	11.1	19.4	44.4
最大	16.1	12.7	18.9	54.4	50.8	63.1	97.9	68.2	69.0	295.1	89.2	46.4	73.5	295.1

月別最大流量（ダムあり） 単位 (m³/s)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大
2000年	0.7	0.8	3.8	1.6	0.6	5.0	1.7	0.4	20.8	6.1	44.5	0.9	7.3	44.5
2001年	11.9	4.4	10.2	1.7	2.8	20.2	1.7	31.4	16.4	12.3	1.9	1.1	9.7	31.4
2002年	1.6	0.5	6.3	9.5	4.5	0.6	8.3	0.4	0.2	4.8	1.8	4.6	3.6	9.5
2003年	6.0	1.8	6.9	19.7	7.3	30.9	23.2	30.1	24.5	1.5	12.6	10.8	14.6	30.9
2004年	1.1	2.7	4.1	18.8	21.5	5.3	0.9	15.3	34.8	109.5	4.9	24.1	20.2	109.5
2005年	1.2	1.0	1.5	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2	1.1	1.2	0.8	0.8	1.5
2006年	1.9	4.2	4.7	10.9	30.9	15.7	66.6	1.2	3.9	2.5	1.0	4.3	12.3	66.6
2007年	0.5	1.1	3.6	1.2	12.0	8.3	19.5	0.8	1.9	2.4	0.6	2.4	4.5	19.5
2008年	1.0	1.6	9.5	7.5	9.6	5.2	8.6	1.9	4.3	4.0	1.1	3.0	4.8	9.6
平均	2.9	2.0	5.6	7.9	10.0	10.2	14.5	9.1	11.9	16.0	7.7	5.8	8.6	16.0
最大	11.9	4.4	10.2	19.7	30.9	30.9	66.6	31.4	34.8	109.5	44.5	24.1	34.9	109.5

安威川流況表

年次	日流量(m ³ /s)								備考
	豊水流量		平水流量		低水流量		渇水流量		
	ダムなし	ダムあり	ダムなし	ダムあり	ダムなし	ダムあり	ダムなし	ダムあり	
2000年	0.80	0.86	0.50	0.57	0.36	0.40	0.21	0.13	
2001年	1.52	1.53	0.99	1.01	0.61	0.61	0.35	0.29	
2002年	0.65	0.72	0.37	0.39	0.30	0.30	0.17	0.21	
2003年	2.26	2.28	1.17	1.22	0.75	0.80	0.37	0.34	
2004年	1.79	1.85	0.98	1.05	0.70	0.71	0.35	0.42	
2005年	0.62	0.61	0.44	0.45	0.35	0.38	0.17	0.28	
2006年	1.25	1.33	0.45	0.54	0.28	0.27	0.17	0.16	
2007年	0.65	0.83	0.48	0.46	0.36	0.36	0.26	0.27	
2008年	1.27	1.35	0.77	0.84	0.58	0.58	0.28	0.46	
平均	1.20	1.26	0.68	0.72	0.48	0.49	0.26	0.28	



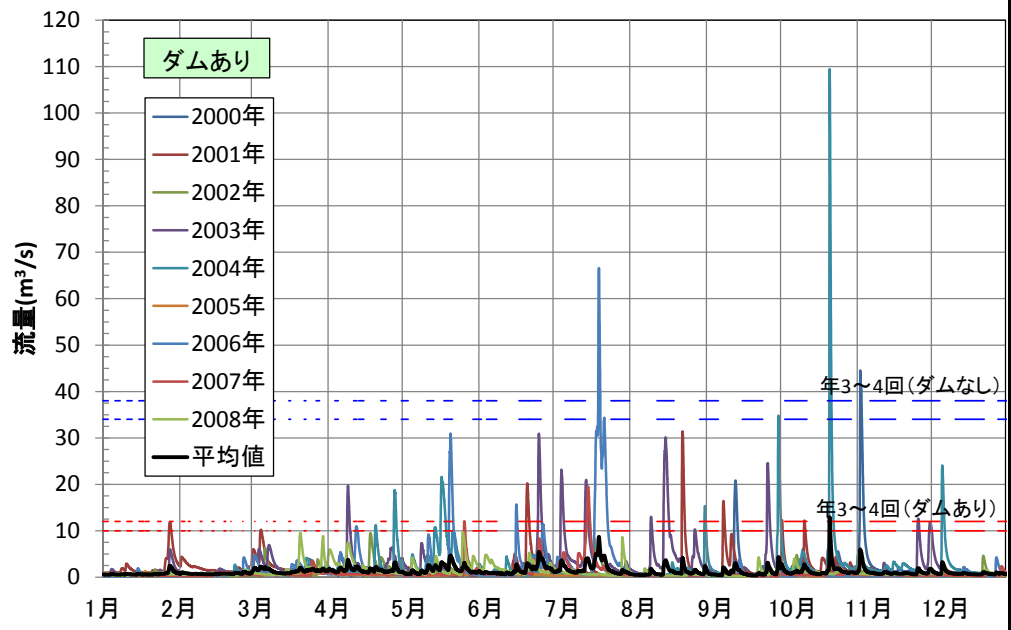
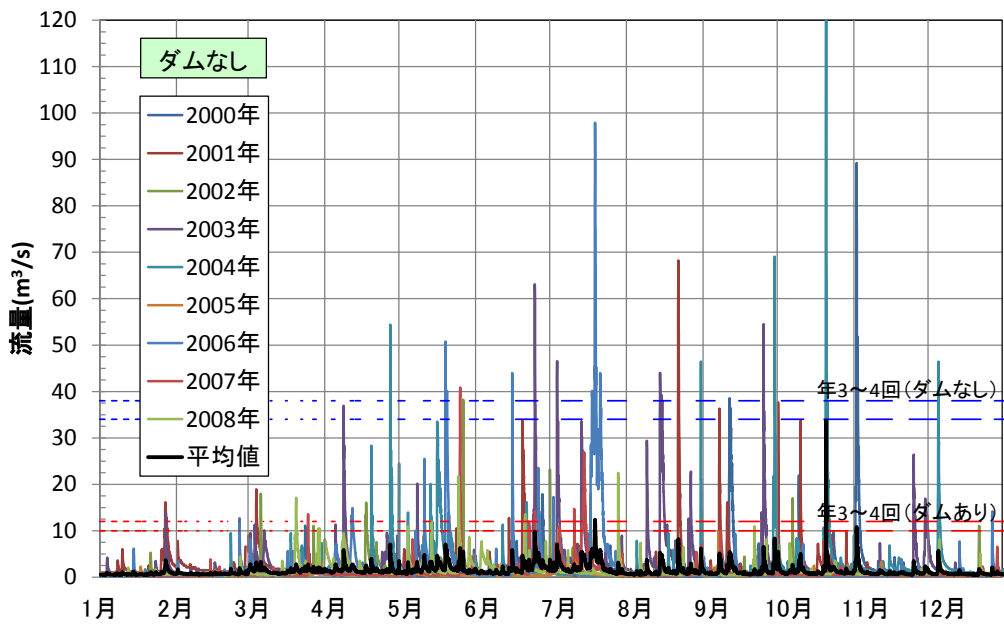
○攪乱頻度の変化

ダム建設前後で流量規模別の発生頻度と河床攪乱状況（移動する土砂の比率：入れ替わる土砂の比率）を比較すると、攪乱頻度は以下のとおり変化する。

- ・20m³/s 以下程度の出水による攪乱（14.2k～14.8k 区間を除き 50～70%程度の河床材料が入れ替わる）頻度が低下し、特に 5m³/s 規模の出水による攪乱頻度が 1/3 程度に減少する。
- ・瀬や淵を形成するとされている年3～4回発生する出水の規模は 1/3 に低下し、瀬淵の規模が現状より縮小する可能性がある。

流量規模別攪乱状況

流量	発生頻度(回/年)			減少率(%)
	①ダムなし	②ダムあり	差(②-①)	
最大流量 295m ³ /s(ダムなし)	0.1	0.0	-0.1	100.0
最大流量 110m ³ /s(ダムあり)	0.1	0.1	0.0	0.0
平均年最大流量 44m ³ /s(ダムなし)	1.8	0.3	-1.5	81.3
平均年最大流量 16m ³ /s(ダムあり)	6.7	2.1	-4.6	68.3
年に3～4回 34～38m ³ /s(ダムなし)	3.0～4.0	0.3～0.6	-2.7 ～ -3.4	86.1 ～ 88.9
年に3～4回 10～12m ³ /s(ダムあり)	9.4～11.1	3.0～4.0	-6.4 ～ -7.1	64.0 ～ 68.2
平水流量の2～3倍 1.4～2.1m ³ /s	36.7～44.1	17.7～23.1	-19.0 ～ -21.0	47.6 ～ 51.8
40m ³ /s	2.3	0.3	-2.0	85.7
30m ³ /s	4.3	1.6	-2.7	64.1
20m ³ /s	6.1	1.9	-4.2	69.1
10m ³ /s	11.1	3.8	-7.3	66.0
5m ³ /s	22.1	7.8	-14.3	64.8
3m ³ /s(シルトの流掃)	30.9	13.6	-17.3	56.1
2m ³ /s(シルトの流掃)	37.7	18.4	-19.3	51.0

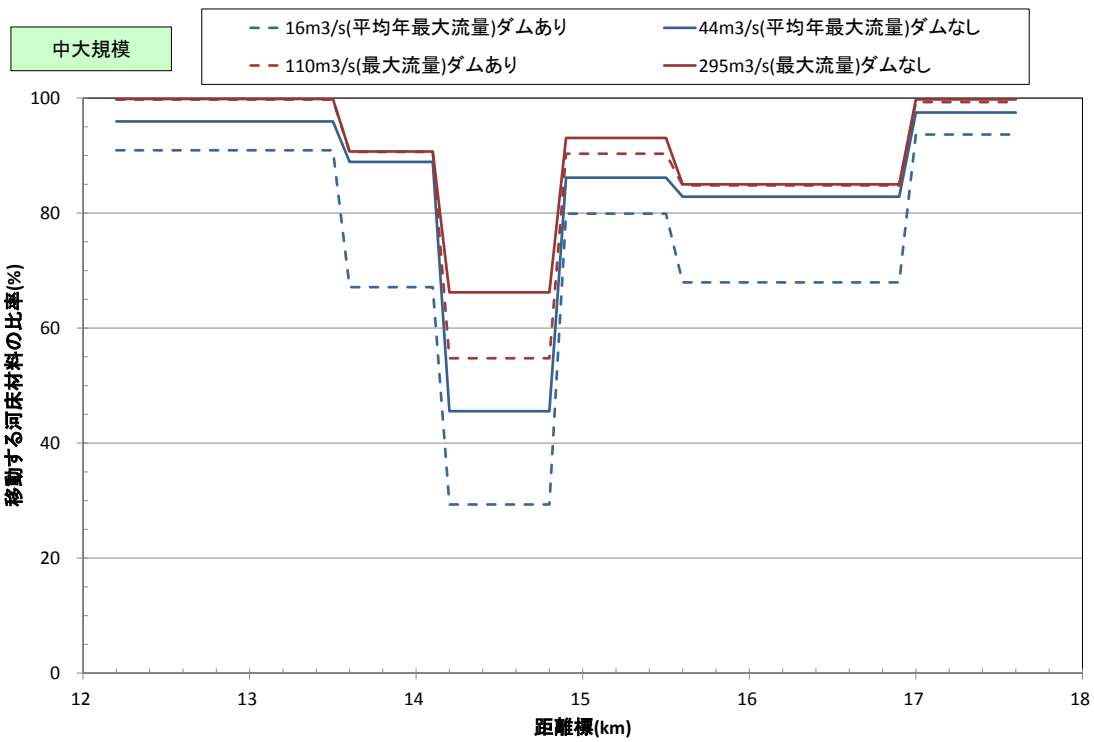
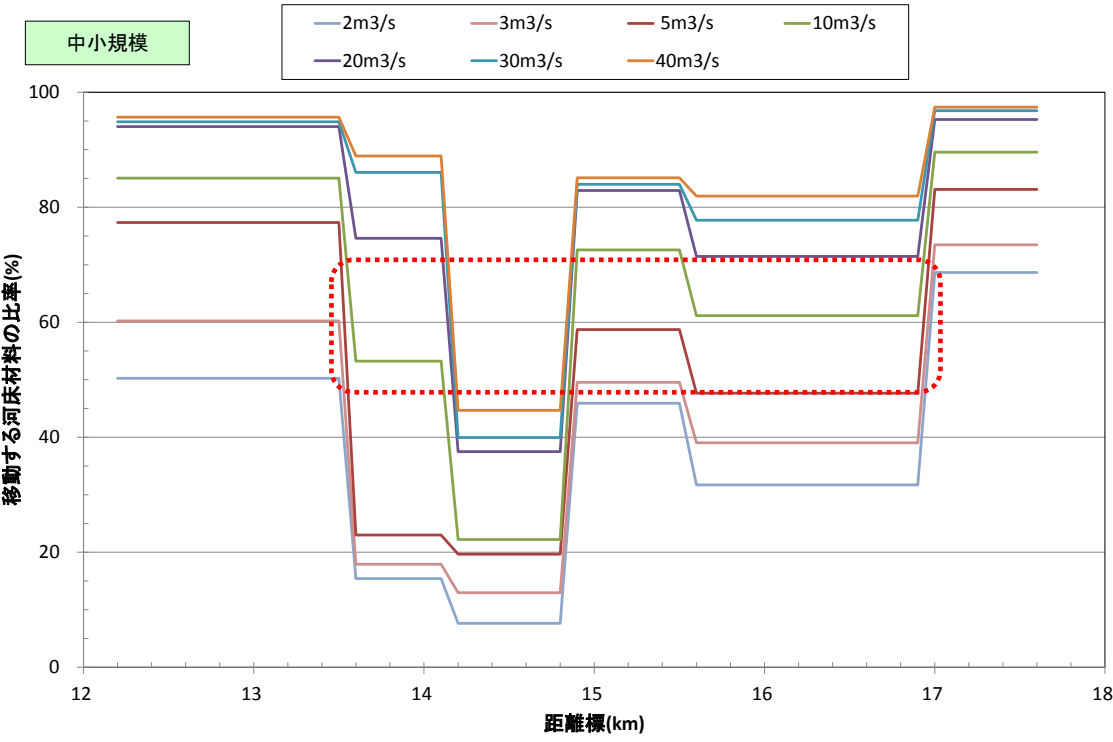


月別最大流量（ダムなし） 単位

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大
流量	16.1	12.7	18.9	54.4	50.8	63.1	97.9	68.2	69.0	295.1	89.2	46.4	73.5	295.1

月別最大流量（ダムあり） 単位

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大
流量	11.9	4.4	10.2	19.7	30.9	30.9	66.6	31.4	34.8	109.5	44.5	24.1	34.9	109.5



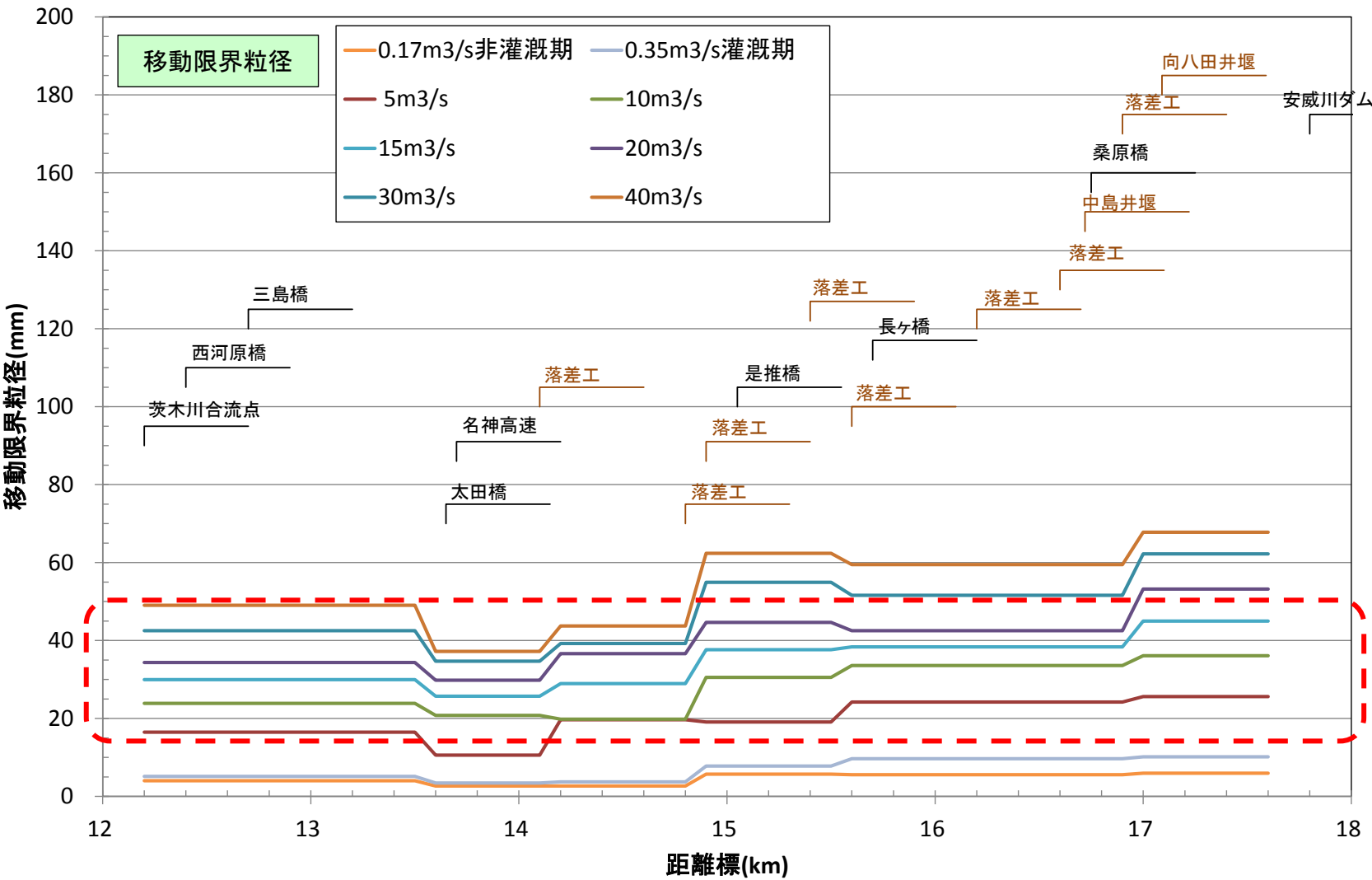
- ・ 区間平均の考え方
構造物(堰、落差工等)の配置や河床材料、勾配等に基づき 6 区間に区間分けし、区間平均の水理量で評価。

■目標攪乱頻度の検討

- ダム建設によって、魚類等の生息環境の維持の面から重要である砂礫（粒径 20～50mm）が入れ替わる程度の攪乱が生じる規模（5～20m³/s）の出水頻度が大きく低下する。
- ダム建設によって、3 m³/s 以下の出水の頻度が低下し、正常流量分が定期的^{注1}に流れる期間が増え、正常流量規模では移動しない土砂（粒径 2～20mm）が堆積しやすくなる。実際には、計算では表現できない水際やよどみ等に微細粒子が沈殿する。



- 生物の生息環境として重要な砂～砂礫（2～50mm 程度）の土砂移動頻度を改善するため、各期間で現状程度に回復させることを目的にフラッシュ放流を実施する。
- 出水がなく定常状態が続くと、微細粒子が沈殿しやすくなることから、砂礫河床維持のため、月 1 回程度は微細粒子を掃流させることを目的にフラッシュ放流を実施する。

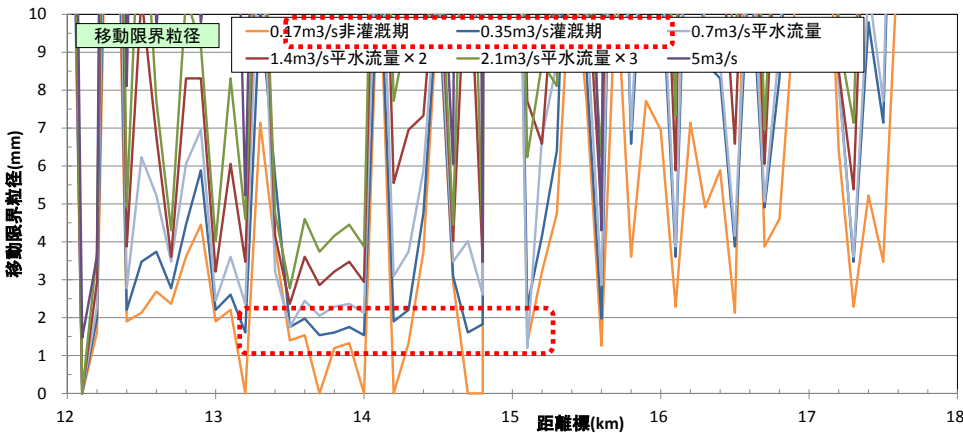


流量規模別の移動限界粒径縦断面図

期別の維持流量^{注)}

期間	ダム地点
1～2月	0.170
3～4月	0.170
5～6月	0.350
7～8月	0.350
9～10月	0.170
11～12月	0.170

注：正常流量としては利水量が付加されるが、堰より取水されるため、実際の河道には維持流量程度しか流れない



流量規模別の移動限界粒径縦断面図（小出水時）

注：付着物（藻類、微細粒子等）の基盤としての河床材料が移動する出水であれば、付着物の現存量は著しく減少する。
 基盤となる河床材料が移動しない出水の場合は、流水の掃流力による剥離や砂礫が移動することによるクレンジング効果で付着物の剥離が期待できる。

■生物生息環境を改善するために必要となる放流量

フラッシュ放流による生息環境の改善目標と放流量の設定の考え方について、整理した。

○フラッシュ放流による生息環境の改善目標フロー

- (1)生物生息環境の整理：フラッシュ放流の必要な時期や河川の状態を検討
- (2)目的別必要流量の整理：3つの目標に必要な流量条件について既往事例から整理
- (3)目的別必要流量具体化：目的別に必要な地点、流量の整理
- (4)フラッシュ放流計画：下記4つの改善目標達成のためのフラッシュ放流計画案検討

○フラッシュ放流による生息環境の改善目標

- ①付着藻類剥離・更新の促進
- ②河道内の攪乱頻度を確保
- ③生物生息環境を改善
- ④河川利用者の視点からみた水辺景観改善（地元から要望があれば検討）

(1) 生物生息環境の整理
・ライフサイクル
・好適環境

下流河川の課題整理
・攪乱頻度低下
・土砂移動連続性遮断

他事例、既往検討成果
・環境改善目的と必要条件
・フラッシュ放流の事例

環境改善の目的
・付着藻類剥離、更新
・攪乱頻度確保
・生物生息環境改善

(2) 目的別必要流量の整理
・実施頻度、時期
・必要条件

(3) 目的別必要流量具体化
・箇所別必要流量

(4) フラッシュ放流計画
・放流時期
・放流量

1) 生物生息環境の整理

モニタリングの指標種であるシマドジョウ、ムギツク、アカザ、カワムツ、カワヨシノボリ、オイカワ、カマツカ、ゲンジボタルの生活サイクル毎に、利用する流れの区分、河床材料を整理した。また、他河川で問題となっている糸状藻類（カワシオグサ、アオミドロ類）や柳類の生活サイクルと濁質流出の多い農業水利の時期を整理した。これらから、放流の必要な時期や必要な河川の状態を読み取った。

魚類の生息環境と生活サイクル

区分			生活サイクル												流れの区分			河床材料					
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	早瀬	平瀬	淵	泥	砂	砂利	礫	岩盤	植物帯
里山	シマドジョウ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	ムギツク	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	アカザ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	カワムツ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	カワヨシノボリ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	ゲンジボタル	成虫期																					
		産卵期																					
		幼虫期																					
平野	オイカワ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					
	カマツカ	成魚期																					
		産卵期																					
		稚稚魚期																					

砂利～礫を好む種類が多く、泥は好まない。また、産卵期は5月～6月の種類が多く、砂利～礫を産卵床とする。

糸状藻類、柳類の生息環境と生活サイクル

区分			生活サイクル												流れの区分			河床材料					
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	早瀬	平瀬	淵	泥	砂	砂利	礫	岩盤	植物帯
糸状藻類	カワシオグサ	繁茂期																					
	アオミドロ類	繁茂期																					
柳類	ネコヤナギ	種子飛散期																					
	カワヤナギ	種子飛散期																					

農業水利

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
代掻き期												
田植時期												
灌漑期												

水田からの濁質流出が多い。

2) 目的別必要流量の整理

1) から読み取った必要な河川の状態を以下の3つの目標に整理して、各々に必要な流量条件について既往の環境改善放流実験等における事例から取りまとめた。

環境改善放流の目的別必要条件

目 標	具体的内容	機 能	必要条件	時期、頻度	期間	備 考
付着藻類剥離・更新	非糸状藻類剥離	非糸状藻類が剥離	摩擦速度0.071m/s	2～3週間に1回 現状月2回発生しているが、ダム 建設後は月1回に減少するため、 月1回フラッシュ放流を実施する。	通年	剥離実験結果(第3回審議会資料より) 頻度は現地における強制剥離実験による回復状況(1 週間で5割回復)に基づく
	糸状藻類剥離	土砂によるクレンジング効果 注)	摩擦速度0.072m/s + 5～10mmの土砂	繁茂前	3月、9月	剥離実験結果(第3回審議会資料より)
	糸状藻類剥離	付着している石が転がり剥離	最大粒径が移動	繁茂直前	4月、10月	付着藻類の基盤である河床の石が転がる状況
攪乱頻度確保	生息環境の保全	付着物(微細粒子等)の剥離 注)	摩擦速度0.071m/s	自然流況	通年	剥離実験結果(第3回審議会資料より)
	砂礫河床維持	砂～砂礫成分の更新	粒径20～50mm以下が移動	自然流況	通年	
生物生息環境改善	産卵床の保全	砂～砂礫成分の補給、更新	粒径20～50mm以下が移動	産卵期の自然流況	5月～6月	
	浮き石状態の確保	河床材料の更新	代表粒径(60%粒径)移動	産卵期直前	4月	主要な河床構成材料が入れ替わる
	植生繁茂の抑制	根を張っている砂州の石が移動	最大粒径が移動	繁茂前	4月	
		種子を洗い流す	砂州が冠水	種子散布期直後	7月	低水路満杯流量
	水質改善	よどみ水の更新	平水流量程度	渇水時	6月～10月	

注)出典:第1回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会 資料「安威川ダム自然環境保全対策について」に加筆

3) 目的別必要流量の具体化

既往のモニタリング結果を網羅的に整理し、河川環境図として取りまとめることで、指標種等にとって河川環境上の重要な箇所を抽出した。更に、不等流計算によって流量と攪乱状況の関係を想定することで、各目的別に必要となる流量を具体的に設定した。抽出した対象箇所と必要流量を下表に示す。次頁には、河川の状況、産卵床の位置、区間別の移動限界粒径、必要流量等を示した。

目標別流量一覧表

目標	目的	地 点	必要流量	備 考
付着藻類 剥離・更 新	非糸状藻類剥離	全川：12.3k～17.8k	0.4～4.0 m ³ /s	
	糸状藻類剥離	全川：12.3k～17.8k	0.4～4.0 m ³ /s	
	糸状藻類剥離	全川：12.3k～17.8k	0.3～4.8 m ³ /s 土砂還元実施	
攪乱頻度 確保	生息環境の保全	全川：12.3k～17.8k	0.4～4.0 m ³ /s	付着物の剥離
	砂礫河床維持	12.3k～13.5k 14.1k～17.8k	11.0～28.4 m ³ /s	砂礫（粒径 40mm 以下）が移動
生物生息 環境改善	産卵床の保全	14.6k～17.8k 選定表の産卵床：○印箇所	16.8～27.1m ³ /s	粒径 50mm 以下が移動
	浮き石状態の確保	12.3k～14.1k 14.6k～17.8k	2.9～14.6m ³ /s	60%粒径が移動 14.1k～14.6k 区間は、現況で河床材料が粗く、放流による環境改善が困難なため、検討対象外とした。
	植生繁茂の抑制	全川：12.3k～17.8k	54.0～272.0m ³ /s	最大粒径が移動
	水質改善	試験湛水時に設定する調査地点	－	

目標別の必要流量設定表

神 崎 川 合 流 点 から の 距 離 （ km ）		12. 3km	13. 0km	13. 5km	14. 0km	14. 5km	15. 0km	15. 5km	16. 0km	16. 5km	17. 0km	17. 5km	17. 8km
河川横断構造物		落差 m											
河 床 勾 配													
周 辺 地 形		平野部											
瀬 ・ 淵 等		トロ											
河 床 材 料		構造物											
代 表 粒 径 （ 60 % 粒 径 ） ： mm		10. 6											
最 大 粒 径 ： mm		46. 0											
産卵床 （可能性がある地点）	シ マ ド ジ ヨ ウ												
	ム ギ ツ ク	※着色部は生息が確認された範囲											
	ア カ ザ	○は産卵床の可能性のある地点											
	カ ワ ム ツ												
	カ ワ ヨ シ ノ ボ リ												
	ゲ ン ジ ボ タ ル												
	オ イ カ ワ												
	カ マ ツ カ												
植生が繁茂した砂州													
移動限界粒径 （mm）	5m ³ /s	17											
	10m ³ /s	24											
	15m ³ /s	30											
	20m ³ /s	34											
	30m ³ /s	43											
粒径変化	ダムなし												
	ダムあり												
必要流量 （m ³ /s）	浮き石状態の確保 （60%粒径移動）ダムあり	2. 9 (9. 8mm) ※括弧内はダムありの60%粒径											
	産卵床の保全	※ 1											
	粒径50mm以下の土砂流下	60. 4											
	粒径40mm程度の土砂流下	28. 4											
	粒径30mm程度の土砂流下	18. 7											
	粒径20mm程度の土砂流下	6. 9											
	付着藻類、付着物の剥離 （摩擦速度7. 1cm/s）	2. 0											
	糸状藻類の剥離 （摩擦速度7. 2cm/s、継続時間2時間） （粒径10mm程度の土砂流下）	2. 7											
	植生、糸状藻類の剥離 （最大粒径移動） 砂礫河原の保全 （低水路満杯流量）	※ 2											
		85. 6											

注）・環境改善放流で対応可能な範囲を黄色で着色した。 ※ 1：一部の河床材料が動かないが、比較的小さい砂礫を利用するカワムツ、オイカワ、カマツカの産卵床保全は可能と考えられる。

※ 2：環境改善放流では、最大粒径の移動、低水路満杯流量には対応していない。

■ 放流波形（ピーク放流量、立上げ時間、放流継続時間、回帰時間）

＜第 1 回河川周辺地域の環境保全等審議会審議会資料より抜粋＞

a. ピーク放流量

- ピーク放流量は、前回の審議会（平成 25 年 2 月 27 日）で確認された最大放流量 30m³/s を基本として実施することとする。
- 30m³/s は、ダム下流域の断面形状から、高水敷の冠水する限界として算出された値である。なお、堆積土砂の現状を考慮して更に安全面に配慮した場合は、ピーク放流量はこの値以下に設定することが望ましい。
- 放流量毎の藻類剥離効果の検討の結果、30m³/s の放流量では、安威川ダム下流 25 地点のうち 23 地点(92%)で付着藻類の剥離に有効な摩擦速度となる。また、22 地点(88%)で糸状藻類の剥離に有効な限界移動粒径となった。

■ 放流量毎の藻類剥離効果の検討

	放流量				
	平水(0.9m ³ /s)	5m ³ /s	10m ³ /s	20m ³ /s	30m ³ /s
付着藻類の剥離に有効とされている0.071m/sに対するカバー率（％）	8% 2地点/25地点	72% 18地点/25地点	76% 19地点/25地点	84% 21地点/25地点	92% 23地点/25地点
糸状藻類の剥離に有効とされている限界移動粒径5～10mmの平均である粒径7.5mm以上に対するカバー率（％）	8% 2地点/25地点	68% 17地点/25地点	76% 19地点/25地点	84% 21地点/25地点	88% 22地点/25地点

注：安威川ダム下流（桑原橋～茨木川合流点：16.9km～12.4km）における25地点の計算結果を集約。

■ 安威川（桑原橋～茨木川合流点）におけるフラッシュ放流の放流量と摩擦速度の関係（左表）、限界移動粒径の関係（右表）

＜摩擦速度＞

距離標 (km)	流量(m ³ /s)				
	平水 (0.9m ³ /s)	5m ³ /s	10m ³ /s	20m ³ /s	30m ³ /s
16.9	0.009	0.038	0.192	0.293	0.291
16.8	0.002	0.009	0.055	0.102	0.126
16.6	0.007	0.042	0.054	0.069	0.086
16.4	0.100	0.141	0.176	0.219	0.230
16.2	0.092	0.157	0.193	0.196	0.215
16.0	0.046	0.086	0.106	0.132	0.151
15.8	0.003	0.015	0.028	0.047	0.062
15.6	0.004	0.018	0.033	0.056	0.074
15.4	0.016	0.014	0.037	0.111	0.136
15.2	0.049	0.077	0.094	0.116	0.131
15.0	0.003	0.011	0.025	0.041	0.054
14.8	0.057	0.097	0.119	0.145	0.163
14.6	0.059	0.097	0.119	0.146	0.167
14.4	0.058	0.099	0.121	0.147	0.165
14.2	0.022	0.082	0.114	0.142	0.161
14.0	0.058	0.098	0.120	0.146	0.163
13.8	0.059	0.102	0.125	0.152	0.167
13.8	0.057	0.096	0.117	0.142	0.159
13.6	0.059	0.099	0.121	0.148	0.167
13.4	0.055	0.091	0.106	0.119	0.127
13.2	0.063	0.105	0.127	0.154	0.171
13.0	0.063	0.105	0.128	0.156	0.174
12.8	0.064	0.108	0.133	0.162	0.182
12.6	0.061	0.105	0.127	0.152	0.169
12.4	0.014	0.096	0.140	0.182	0.210
カバー率	2/25 (8%)	18/25 (72%)	19/25 (76%)	21/25 (84%)	23/25 (92%)

注1：赤文字は、各放流量における最大値、最小値を示す。
注2：黄色の網掛けは、糸状藻類の剥離に必要と考えられる摩擦速度(0.071m/s)以上の数値を示す。
注3：摩擦速度は、不等流計算による径深、エネルギー勾配から算出した。

＜限界移動粒径＞

距離標 (km)	流量(m ³ /s)				
	平水 (0.9m ³ /s)	5m ³ /s	10m ³ /s	20m ³ /s	30m ³ /s
16.9	0.110	1.750	45.460	106.160	104.530
16.8	0.006	0.100	3.680	12.750	19.720
16.6	0.056	2.200	3.630	5.910	9.160
16.4	12.320	24.700	38.310	59.370	65.630
16.2	10.460	30.390	45.860	47.610	56.960
16.0	2.660	9.190	13.970	21.630	28.060
15.8	0.011	0.290	0.960	2.730	4.680
15.6	0.017	0.380	1.380	3.920	6.760
15.4	0.320	0.230	1.700	15.200	22.880
15.2	2.990	7.410	10.940	16.580	21.370
15.0	0.014	0.150	0.790	2.080	3.540
14.8	3.100	11.640	17.560	26.020	32.780
14.6	4.370	11.610	17.390	26.430	34.320
14.4	4.150	12.050	18.000	26.750	33.640
14.2	0.590	8.350	16.180	24.880	31.910
14.0	4.180	11.830	17.730	26.270	32.860
13.8	4.380	12.790	19.210	28.410	34.550
13.8	3.990	11.370	16.870	25.040	31.330
13.6	4.300	12.060	18.080	27.160	34.340
13.4	3.690	10.220	13.850	17.540	19.940
13.2	4.840	13.530	20.060	29.280	36.190
13.0	4.850	13.670	20.340	29.990	37.600
12.8	5.040	14.490	21.820	32.550	41.020
12.6	4.640	13.500	19.960	28.730	35.280
12.4	0.230	11.410	24.170	40.840	54.470
カバー率	2/25 (8%)	17/25 (68%)	19/25 (76%)	21/25 (84%)	22/25 (88%)

注1：赤文字は、各放流量における最大値、最小値を示す。
注2：黄色の網掛けは、糸状藻類の剥離に有効と考えられる限界移動粒径5～10mmの平均7.5mm以上の数値を示す。
注3：限界移動粒径は、岩垣の式による。



平地区間

山地区間

b. 立上げ時間

- 一般にダム放水の実施に際しては、放流の原則（30分当たり30cmの水位上昇）に配慮する必要がある（「ダムの弾力的管理試験の手引き(案）」（国土交通省河川局河川環境課、平成15年4月））。
- 維持流量を出発点としてピーク流量10、20、30m³/sまで流量を増加させた場合の30分当たりの水位上昇量について試算した。一定の水位上昇量（30分当たり）で立ち上げを行った場合、維持流量が0.35m³/sでは、それぞれ最短で、60分、90分、120分と算定された。なお、試算に当たっては、名神高速道路上流（14.44km地点）における計画断面で得られたH-Q曲線式を用いた。
- 以上の点を考慮して、10m³/sにおける立上げ時間は60分（1時間）、20m³/sでは90分（1.5時間）、**30m³/sでは120分（2時間）**程度が考えられる。
- なお、立上げ方法には、一定の水位上昇量と一定の流量増加量の2パターンが考えられるが、短時間でピーク流量に到達する一定の水位上昇量での立上げ方法を採用する。

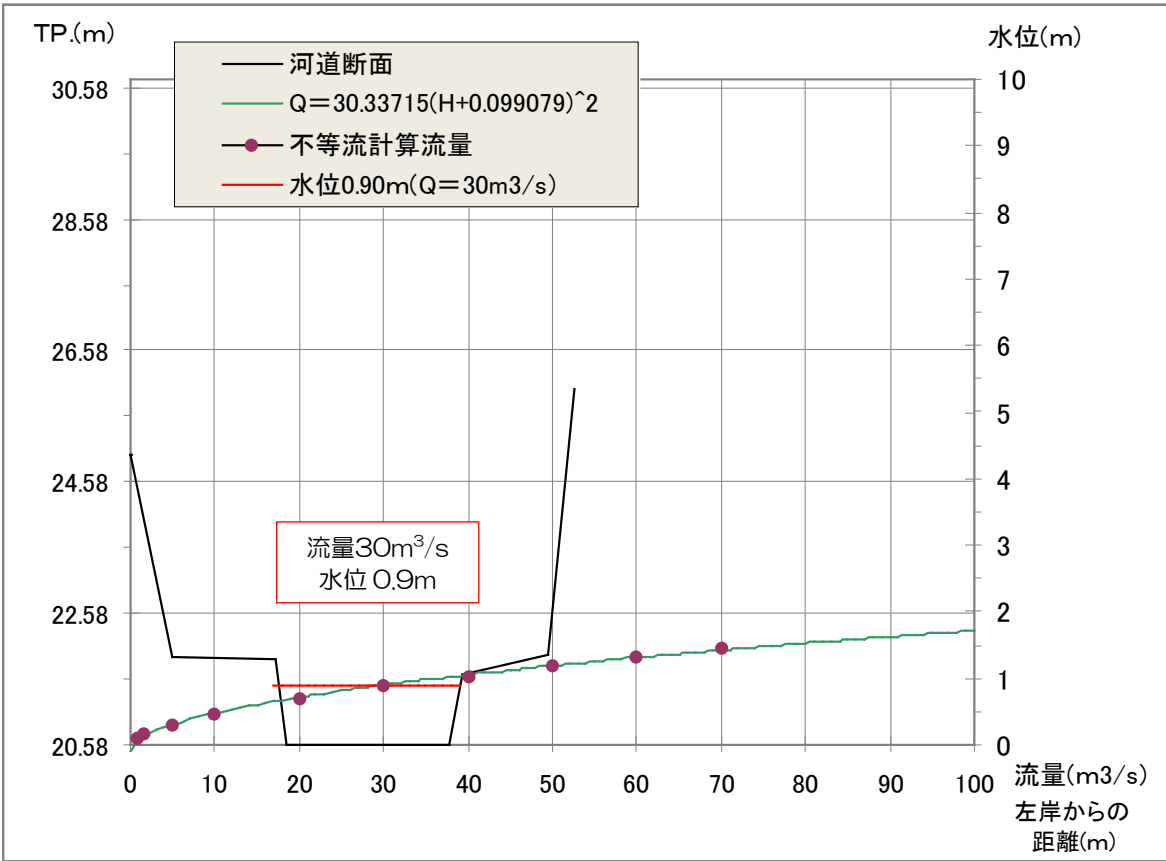
■ 維持流量からピーク流量まで水位上昇量一定による30分当り立上げ時間（名神高速道路上流14.44km地点における計画断面による試算）

単位：cm/30分

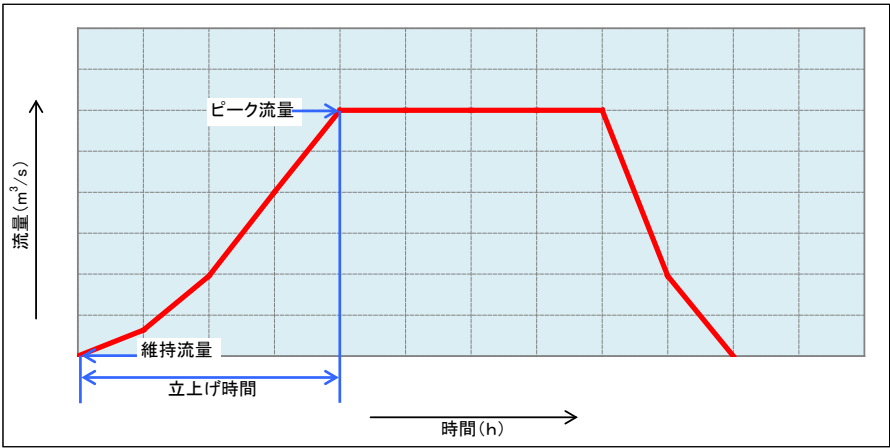
維持流量=0.17m³/s（1～4月、9～12月）										維持流量=0.35m³/s（5～8月）									
ピーク流量 (m³/s)	立上げ時間									ピーク流量 (m³/s)	立上げ時間								
	30分	60分	90分	120分	180分	210分	240分	270分	300分		30分	60分	90分	120分	180分	210分	240分	270分	300分
10	49.9	25.0	16.6	12.5	8.3	7.1	6.2	5.5	5.0	10	46.7	23.4	15.6	11.7	7.8	6.7	5.8	5.2	4.7
20	73.7	36.9	24.6	18.4	12.3	10.5	9.2	8.2	7.4	20	70.5	35.3	23.5	17.6	11.8	10.1	8.8	7.8	7.1
30	92.0	46.0	30.7	23.0	15.3	13.1	11.5	10.2	9.2	30	88.7	44.4	29.6	22.2	14.8	12.7	11.1	9.9	8.9

注1：表中の数字は、14.440kmにおけるH-Q曲線式（暫定）より算出した。
注2：水位上昇量が30cm/30分以上のものには、赤字で表記した。
注3：水位上昇量が27cm/30分以下（放流原則の90%）となる最短のケース枠を着色した。

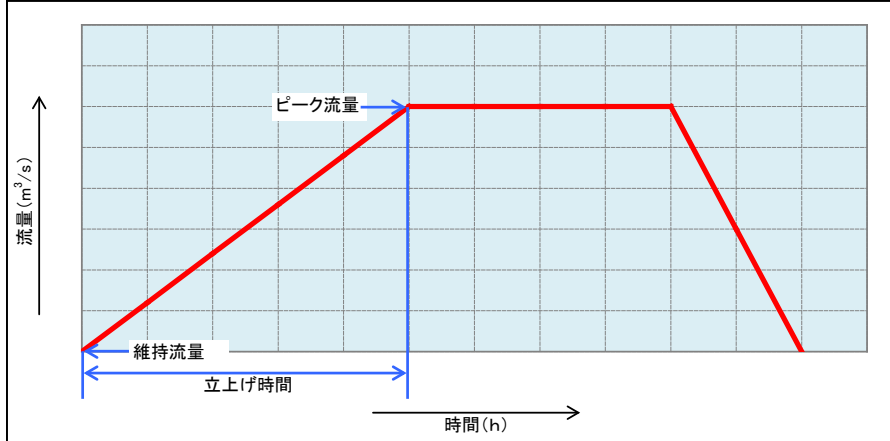
■ 名神高速道路上流（14.44km地点）における計画河道断面



一定の水位上昇量による立上げイメージ



一定の流量増加量による立上げイメージ



c. 放流継続時間

- 既存知見において付着藻類の剥離効果を確認している実験及びフラッシュ放流事例をより、放流継続時間は 0.5 時間～3 時間で剥離効果が確認されていた。また、土木研究所の実験結果では、継続時間を長くするほど剥離効果が高いことが示されていた。
- フラッシュ放流の効果として、摩擦速度 0.071m/s 以上を継続して下流へ到達することが重要であり、安威川ダムの場合、少なくともダムサイト下流 5.5km の茨木川合流点までの到達時間を考慮することが望ましいと考えられる（放流量 30m³/s 時の流速（1.8m/s 程度と仮定）で算出すると、5,500.m÷1.8m/s≒3,055 s となり、およそ 50 分で到達）。
- 作業の迅速性（学童の下校時間までに回帰に移る等、作業時間を 10 時～16 時の 6 時間までを想定）を考慮することも重要と考えられる。
- また、ミス防止の観点から就業時間内で一連の作業を完結させる必要性も指摘されている（ダム下流河川の環境改善を目的とした放流手法について(平成 23 年度ダム水源地環境技術研究所所報)）。
- 以上より、放流継続時間は、60 分（1 時間）～120 分（2 時間）程度が考えられる。

■ ピーク放流量継続時間の既存事例

文献名等	種類	流量 (m3/s)	摩擦速度 (m/s)	継続時間	結果
ARRC NEWS No.5 (土木研究所自然共生研究センター)	実験	0.5	0.071	3 時間 6 時間 24 時間	放流継続 3 時間で乾燥重量、無機物量、クロロフィル a が減少する傾向を示した。付着藻類の剥離には、摩擦速度 0.071m/s 以上が有効であり、継続時間を長くするほど剥離効果が高い。
寒河江ダム (最上ダム統合管理事務所)	フラッシュ放流	10	0.143	0.5 時間	放流継続 0.5 時間で 10～30m ³ /s のいずれの放流においても付着藻類の掃流効果が確認された。
		20	0.185		
		30	0.214 河床勾配 1/225		
三国川ダム (三国川ダム管理所)	フラッシュ放流	30	0.469 河床勾配 1/37	1 時間	糸状藻類がほとんど生息していない場合は、高い掃流効果が得られた。糸状藻類が生育すると水の力だけでは掃流効果が低下することが示唆された。河床攪乱と河床材料の移動が糸状藻類の剥離更新に有効であった。
			0.356 河床勾配 1/71		
ダム下流河床の付着藻類の剥離・更新機構に関する調査・研究 (河川美化・緑化調査研究論文集)	室内実験	6.8	0.052	1.5 時間 2 時間	土砂粒径 5.2～10.4mm の礫河床において、放流継続 2 時間で摩擦速度 0.072m/s の場合に糸状藻類の減少率が高くなっていた。
		16.8	0.072		
		23.9	0.092		
宮ヶ瀬ダム (土木学会論文集)	フラッシュ放流	100	0.18	2 時間	河床に 5～10mm 程度の粒径がほとんど存在しない場合、糸状藻類の掃流効果は非常に小さかった。

d. 回帰時間

- 回帰時間については、特に定められた基準等は存在しないが、立上げ時間と同じか立上げ時間の半分程度の事例がほとんどである。
- 回帰時間が短い場合は、無水区間における魚類の取り残しが懸念されるため、立上げと逆順の水位減少が望ましいことが考えられるが、全体の作業時間への影響も考慮する必要がある。
- 作業の迅速性（学童の下校時間までに回帰に移る等、作業時間を 10 時～16 時の 6 時間までを想定）を考慮することも重要と考えられる。
- また、ミス防止の観点から就業時間内で一連の作業を完結させる必要性も指摘されている（ダム下流河川の環境改善を目的とした放流手法について(平成 23 年度ダム水源地環境技術研究所所報)）。
- 安威川ダムから茨木川合流点までおよそ 50 分の到達時間がかかるため、放流地点で 14 時には回帰を開始し、下流域では 16 時までには平常な流水に戻していく考えである。
- 以上より、魚類の取り残しが生じないような水位減少とすることを前提に、30m³/s では立上げ時間の半分の 60 分（1 時間）程度が考えられる。
- なお、立上げ時間の考え方と同様に、一定の水位低下量での回帰方法を採用する。

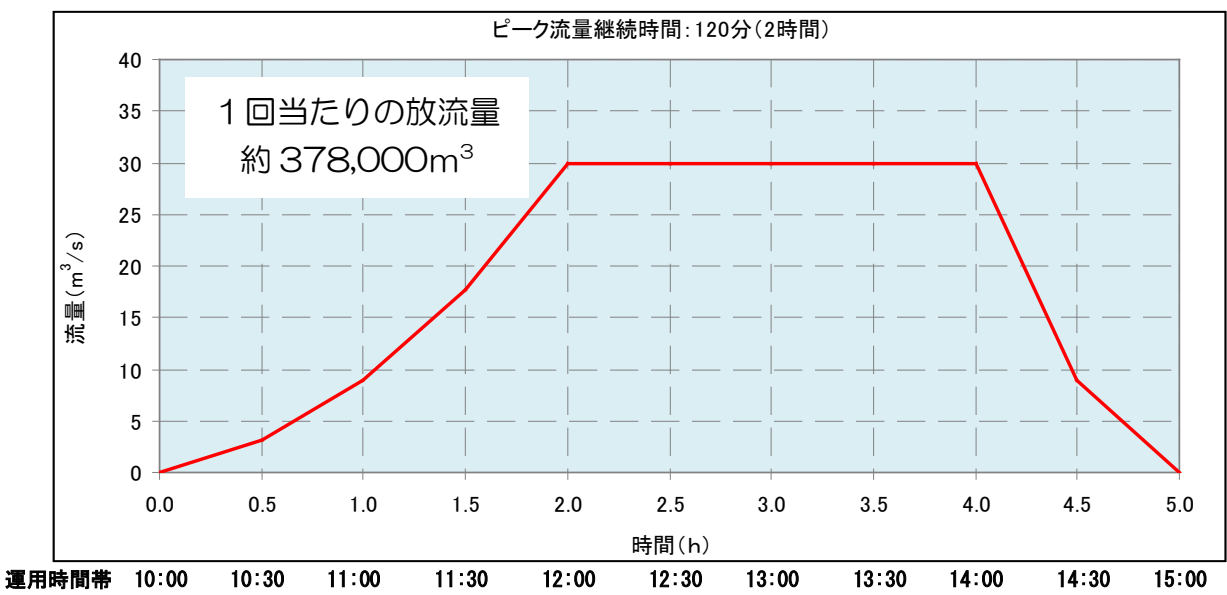
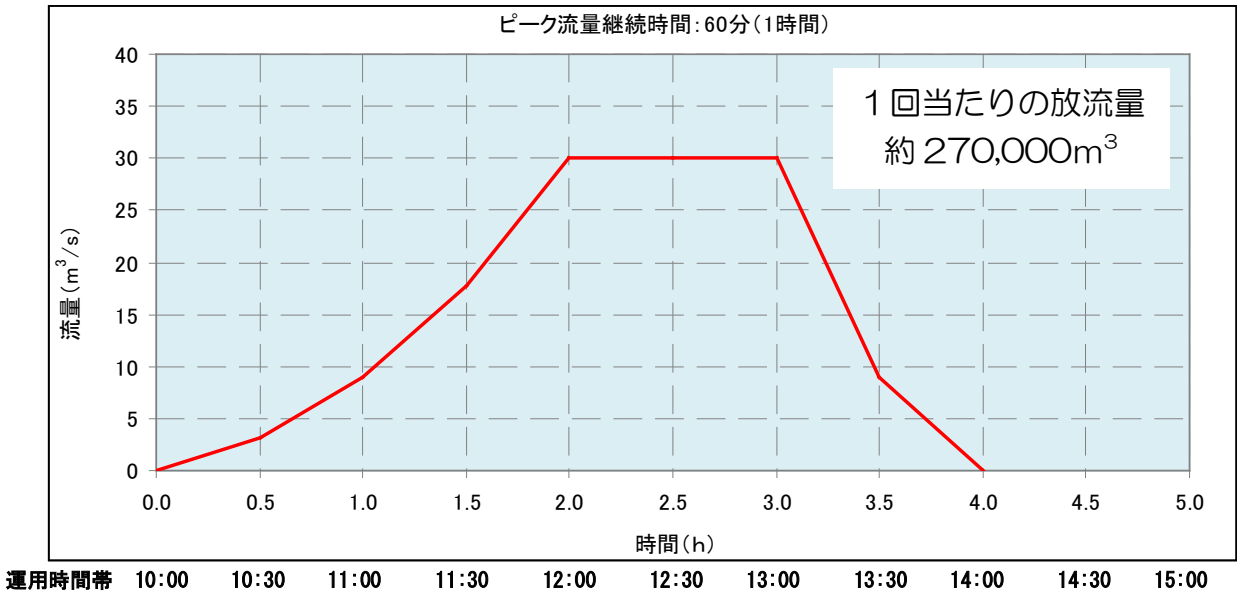
e. フラッシュ放流の波形

- 以上の検討に基づいたフラッシュ放流の波形は以下のとおりである。

■ フラッシュ放流の波形（案）

流量	立ち上げ時間	ピーク放流量の 継続時間	回帰時間	時間 (合計)	1 回あたりの放流量 (m³)
10m³/s	1.0	1.0	0.5	3.0	約 63,000
		2.0		4.0	約 99,000
20m³/s	1.5	1.0	0.75	4.0	約 153,000
		2.0		5.0	約 225,000
30m³/s	2.0	1.0	1.0	5.0	約 270,000
		2.0		6.0	約 378,000

■ ピーク流量 30m³/s の場合の放流波形（案）



2. 土砂還元（置き土）計画の検討（Ⅱ）

(1) 河床変動計算の方法

安威川ダム水環境保全措置検討業務委託（その2）に基づき、モデル及び計算条件を設定した。

① モデルの構築

前項で設定した対象区間をモデル化区間とし、1次元河床変動モデルの構築を行った。

1次元河床変動モデルは、通常の河川では、河床変動の伝播の速さは水面変動の伝播の速さに比べはるかに遅いため、流れは不等流計算を基本とし、混合粒径を対象とした掃流砂、浮遊砂の流砂形態を表現できるモデルとした。

(ア) 基礎式

モデルの構成としては、以下のように不等流計算（流れの連続式、流れの運動方程式）による水理量の計算と、土砂の粒径に応じた輸送形態を考慮した流砂量式（掃流砂、浮遊砂）と流砂の連続式、および粒度分布の連続式を組み合わせた構成とする。

○流れの基礎式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 Q ：流量、 x ：流下距離

○流れの運動方程式

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{v^2}{2g} \right) + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial z_b}{\partial x} = -I_e$$

ここで、流水の抵抗則にマンニングの式を用いると、下式のとおりとなる。

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I_e^{\frac{1}{2}}$$

ここに、 v ：断面平均流速、 h ：水深、 I_0 ：河床勾配、 I_e ：エネルギー勾配、 g ：重力加速度、 n ：マンニングの粗度係数、 R ：径深、 u ：流下方向流速、 z_b ：河床高

○流砂の連続式

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)B} \cdot \frac{\partial \{(q_B + q_S) \cdot B\}}{\partial x} = 0$$

ここに、 λ ：空隙率（=0.4）、 B ：川幅（掃流幅）、 q_B ：単位幅掃流砂量、 q_S ：単位幅浮遊砂量

○掃流砂量式

$$q_{Bi} = f(u_*, d_i, p_i), \quad q_B = \sum q_{Bi}$$

ここに、 q_{Bi} ：粒径別単位幅掃流砂量、 u_* ：摩擦速度、 d_i ：ある粒径範囲の砂礫の平均粒径、 p_i ：粒径 d_i の砂礫が河床表面（交換層中）に含まれる割合

○浮遊砂量式

$$q_{Si} = p_i \int_a^h u C_i dz, \quad q_S = \sum q_{Si}$$

ここに、 q_{Si} ：粒径別単位幅浮遊砂量、 C_i ：粒径 d_i の土砂の濃度分布

○粒度分布の連続式

【河床上昇時】

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} \geq 0 : \quad \frac{\partial}{\partial t} (B p_i) = -\frac{1}{\delta(1-\lambda)} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} (B q_{Bi} + B q_{Si}) \right\} - \frac{p_i}{\delta} \frac{\partial}{\partial t} (B z_b)$$

【河床低下時】

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} < 0 : \quad \frac{\partial}{\partial t} (B p_i) = -\frac{1}{\delta(1-\lambda)} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} (B q_{Bi} + B q_{Si}) \right\} - \frac{p_{i0}}{\delta} \frac{\partial}{\partial t} (B z_b)$$

ここに、 δ ：交換層厚さ、 p_i ：粒径 d_i の砂粒子が河床表面（交換層中）に含まれる割合、 p_{i0} ：粒径 d_i の砂粒子が交換層直下層に含まれる割合

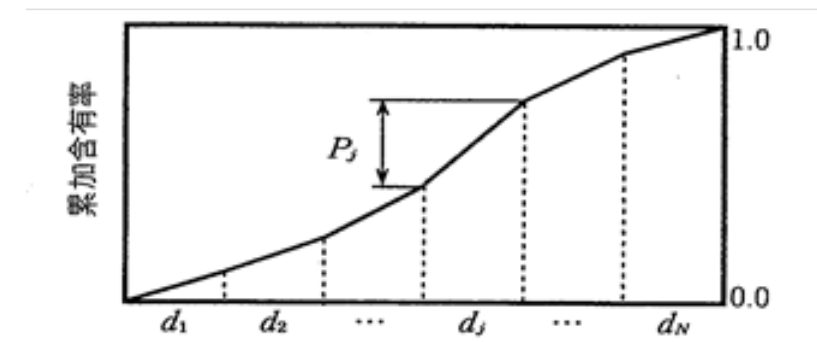
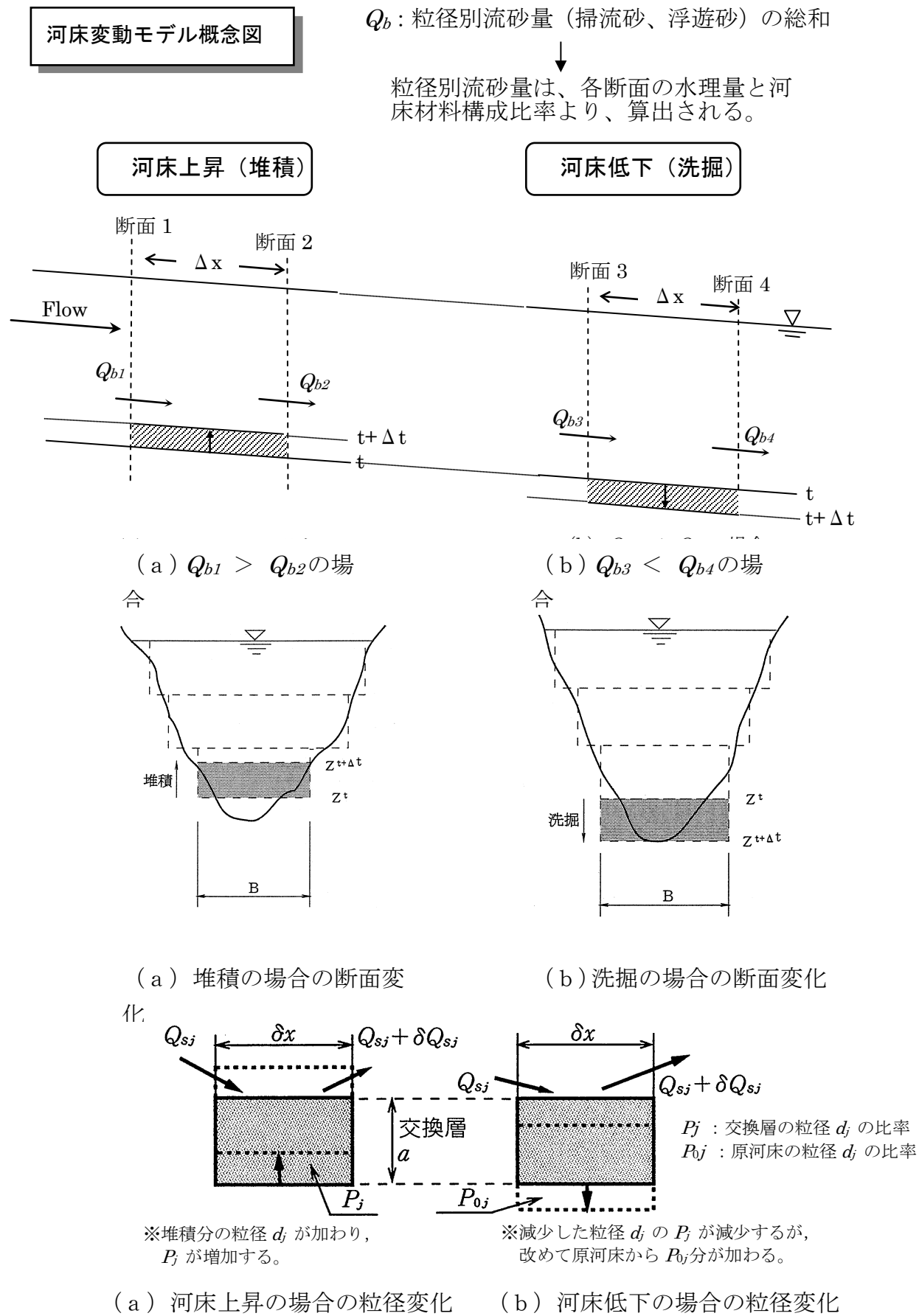


図. 粒度分布設定の模式図



(イ) 流砂量式

○粒径別限界掃流力

粒径範囲の広い混合砂礫床の河川では、河床材料の混合特性が大きく影響するため、実際の計算では、粒径別限界掃流力を考え、粒径別に流砂量を計算する必要がある。粒径別限界掃流力については、一般的に用いられている以下の修正 Egiazaroff 式を用いるものとする。

【修正 Egiazaroff 式】

$$\frac{d_i}{d_m} > 0.4 : \frac{u_{*ci}^2}{u_{*cm}^2} = \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = \left[\frac{\log_{10} 19}{\log_{10} 19(d_i/d_m)} \right]^2 \left(\frac{d_i}{d_m} \right)$$

$$\frac{d_i}{d_m} \leq 0.4 : \frac{u_{*ci}^2}{u_{*cm}^2} = \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = 0.85$$

なお、平均粒径 d_m に対応する限界摩擦速度 u_{*c} の算定には、一様粒径に関する以下の岩垣式を用いて評価を行った。

【岩垣式】

(単位: $cm \cdot sec$)

$$d_m \geq 0.303 \text{ cm} : u_{*cm}^2 = 80.9 d_m$$

$$0.118 \leq d_m \leq 0.303 \text{ cm} : u_{*cm}^2 = 134.6 d_m^{31/22}$$

$$0.0565 \leq d_m \leq 0.118 \text{ cm} : u_{*cm}^2 = 55.0 d_m$$

$$0.0065 \leq d_m \leq 0.0565 \text{ cm} : u_{*cm}^2 = 8.41 d_m^{11/32}$$

$$d_m \leq 0.0065 \text{ cm} : u_{*cm}^2 = 226.0 d_m$$

ここに、 τ_{cm} : 平均粒径 d_m の限界掃流力、 τ_{ci} : 粒径 d_i の限界掃流力、

u_{*cm} : 平均粒径 d_m の移動限界摩擦速度、 u_{*ci} : 粒径 d_i の移動限界摩擦速度

○掃流砂量式

掃流砂量式については、芦田・道上式を採用した。

【芦田・道上式】

$$\frac{q_{Bi}}{p_i \sqrt{sgd_i^3}} = 17 \tau_{*ei}^{3/2} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}} \right) \left(1 - \sqrt{\frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}}} \right)$$

$$\frac{v}{u_{*ei}} = 6.0 + 5.75 \cdot \log_{10} \left(\frac{R}{d_i (1 + 2\tau_{*i})} \right)$$

ここに、 q_{Bi} : 粒径別単位幅掃流砂量、 p_i : 粒径 d_i の砂礫が河床表面に含まれる割合、

τ_{*ci} : 粒径 d_i の無次元限界掃流力、 τ_{*i} : 粒径 d_i の無次元掃流力、

τ_{*ei} : 粒径 d_i の無次元有効掃流力、 u_{*ei} : 粒径 d_i の有効摩擦速度、

v : 断面平均流速、 R : 径深、 s : 砂粒子の水中比重、 g : 重力加速度

図.1 河床変動モデルの概念図と交換層の土砂収支

○浮遊砂量式

浮遊砂量式は、適切な濃度分布式および流速分布式の積を水深方向に積分し、基準点濃度を与えることで得られる。本検討では、濃度分布式として Rouse 式、流速分布式として対数則を用い、基準点濃度式として芦田・道上式を用い導かれた芦田・道上による浮遊砂量式を採用した。

【濃度分布式（Rouse 式）】

$$\frac{C}{C_a} = \left(\frac{h-z}{z} \frac{a}{h-a} \right)^Z, \quad Z = \frac{w_0}{\beta \kappa u_*}$$

ここに、 κ ：カルマン定数、 u_* ：摩擦速度、 h ：水深、 w_0 ：沈降速度、 C_a ：基準点濃度

【流速分布式】

$$\frac{u}{V} = 1 + \frac{1}{\kappa} \frac{u_*}{V} + \frac{1}{\kappa} \frac{u_*}{V} \ln \frac{z}{h}$$

ここに、 V ：断面平均流速

【浮遊砂量式】

$$q_s = q \Delta F(w_0) C_a \left[\left(1 + \frac{1}{\kappa} \frac{u_*}{V} \right) \Lambda_1 + \frac{1}{\kappa} \frac{u_*}{V} \Lambda_2 \right]$$

ただし、

$$\Lambda_1 = \left(\frac{a}{h-a} \right)^Z \int_{a/h}^1 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)^Z d\eta, \quad \Lambda_2 = \left(\frac{a}{h-a} \right)^Z \int_{a/h}^1 \ln \eta \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)^Z d\eta, \quad Z = \frac{w_0}{1.2 \kappa u_*}$$

ここに、 q ：単位幅流量、 $\Delta F(w_0)$ ：沈降速度 w_0 の砂粒子が河床中に占める割合、 $\eta = z/h$ 、 C_a ：基準点濃度で次式により与えられる。

$$C_a = K \left\{ \frac{g(\xi_0)}{\xi_0} - G(\xi_0) \right\}$$

ここに、 $K=0.025$

$$g(\xi_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi_0^2\right), \quad G(\xi_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\xi_0}^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right) d\xi, \quad \xi_0 = \frac{w_0}{0.75u_*}$$

なお、沈降速度 w_0 については、次式の Rubey の式を用いて算定する。

$$w_0 = \sqrt{\frac{2}{3} \left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) g d + \frac{36\nu^2}{d^2}} - \frac{6\nu}{d}$$

ここに、 σ ：砂の密度、 ρ ：水の密度、 d ：粒径、 ν ：砂の動粘性係数

(ウ) 計算手順

上記基礎式を用いた 1 次元河床変動シミュレーションの計算フローは以下のとおりである。

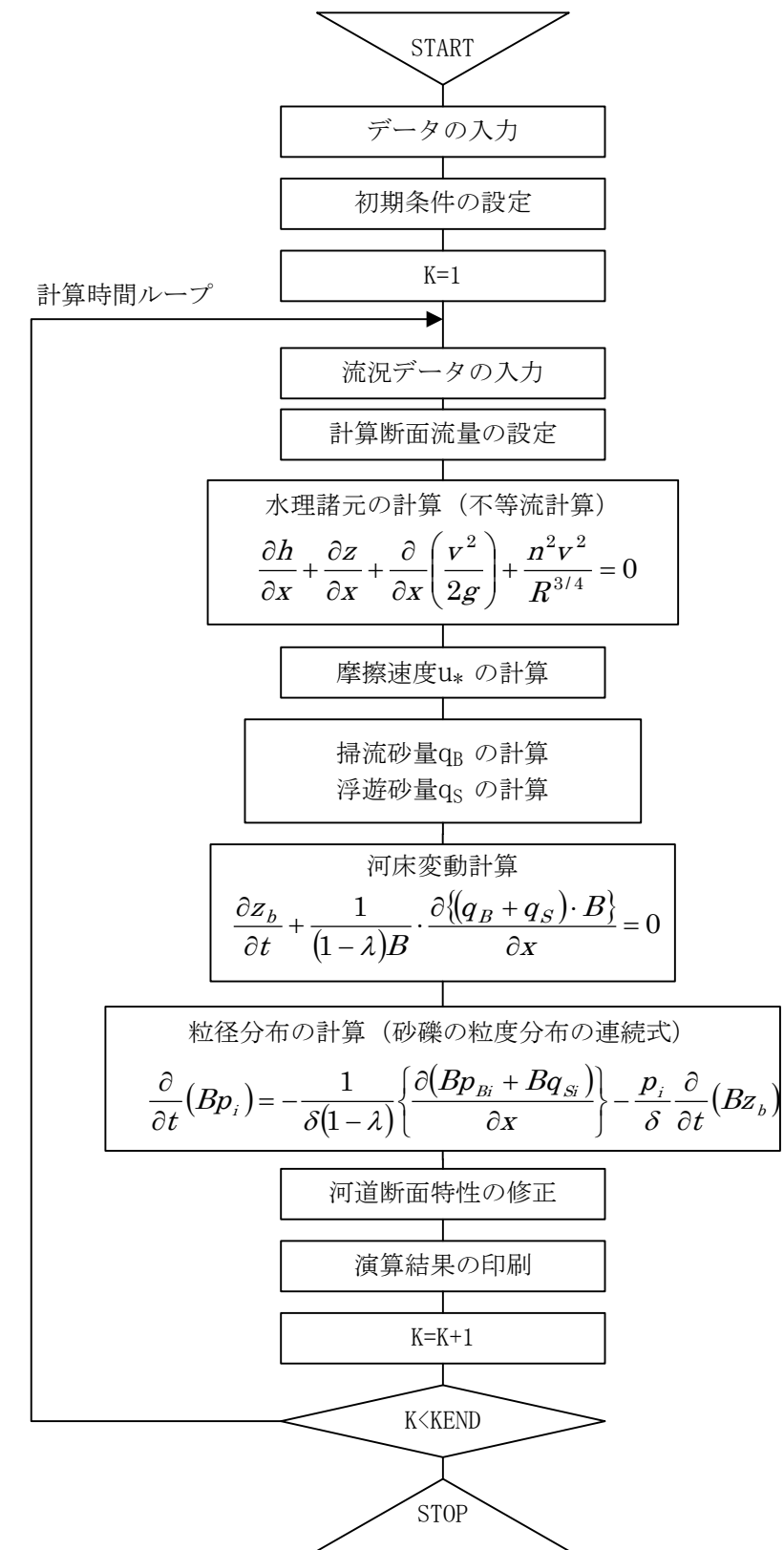


図.2 1次元河床変動計算の計算フロー

② 断面データの作成

使用する断面は不等流計算と同じもの（最新の現況河道横断データ）を使用することを基本とした。
以下の項目について設定を行なった。

1) 河道断面のモデル化

現況横断図を基に、実際の断面形状から階段状に断面をモデル化することにより、流量（水位）に応じた移動床幅の設定が可能となる断面モデルとした。

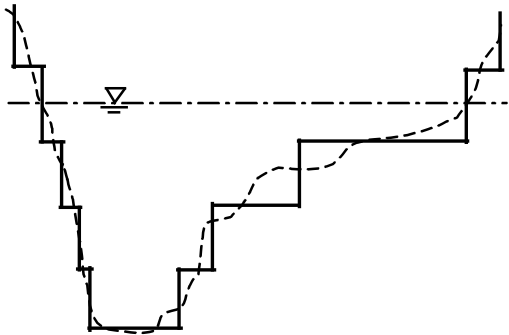


図. 河道断面の設定

2) 河床の固定地点の設定

落差工や床止め、護床工の存在する地点や、岩で覆われており河床の低下が生じないと考えられる地点は平面図より確認して最深河床高以下に低下しないように設定する。
設定した河床固定地点について表.に示す。

表. 河床条件の設定地点

番号	距離標 (km)	追加距離 (m)	固定箇所	構造物
1	7.400	7400		
2	7.500	7500		
3	7.600	7600		
4	7.700	7700		
5	7.800	7800		
6	7.900	7900		
7	8.000	8000		
8	8.100	8100		
9	8.200	8200		
10	8.300	8300		
11	8.400	8400		
12	8.500	8500		
13	8.600	8600		
14	8.700	8700		
15	8.800	8800		
16	8.900	8900		
17	9.000	9000		
18	9.100	9100		
19	9.200	9200		
20	9.300	9300		
21	9.400	9400		
22	9.500	9500		
23	9.600	9600		
24	9.700	9700		
25	9.800	9800		
26	9.900	9900		
27	10.000	10000		
28	10.100	10100		
29	10.200	10200		
30	10.300	10300		
31	10.400	10400		
32	10.500	10500		
33	10.600	10600		
34	10.700	10700		
35	10.800	10800		
36	10.900	10900		
37	11.000	11000		
38	11.100	11100		
39	11.200	11200		
40	11.300	11300		
41	11.400	11400		
42	11.500	11500		
43	11.600	11600	固定 床止め	
44	11.700	11700		
45	11.800	11800		
46	11.900	11900		
47	12.000	12050		
48	12.100	12150		
49	12.200	12250		
50	12.300	12350	固定	
51	12.400	12450	固定	
52	12.500	12550	固定	
53	12.600	12650	固定	
54	12.700	12750	固定	
55	12.800	12850	固定	
56	12.900	12950	固定	
57	13.000	13050	固定	

番号	距離標 (km)	追加距離 (m)	固定箇所	構造物
58	13.100	13150	固定	
59	13.200	13250	固定	
60	13.300	13350	固定	
61	13.400	13450	固定	
62	13.500	13550		
63	13.600	13650		
64	13.700	13750		
65	13.800	13850		
66	13.900	13950		
67	14.000	14050		
68	14.090	14140	固定 内挿断面	
69	14.100	14150	固定	
70	14.200	14250		
71	14.300	14350		
72	14.400	14450		
73	14.500	14550		
74	14.600	14650		
75	14.700	14750		
76	14.800	14850	固定	
77	14.810	14860	固定 内挿断面	
78	14.890	14940	固定 内挿断面	
79	14.900	14950	固定	
80	15.000	15050	固定 床止め	
81	15.100	15150		
82	15.200	15250		
83	15.300	15350		
84	15.390	15440	固定 内挿断面	
85	15.400	15450	固定	
86	15.500	15550	固定	
87	15.510	15560	固定 内挿断面	
88	15.600	15650	固定 床止め	
89	15.700	15750		
90	15.800	15850		
91	15.900	15950		
92	16.000	16050		
93	16.100	16150	固定 落差工下流	
94	16.200	16250		
95	16.300	16350	固定 落差工下流	
96	16.400	16450		
97	16.500	16550		
98	16.590	16640	固定 内挿断面	
99	16.600	16650	固定	
100	16.700	16750		
101	16.800	16850		
102	16.900	16950	固定	
103	16.910	16960	固定 内挿断面	
104	17.000	17050		
105	17.100	17150		
106	17.200	17250		
107	17.300	17350		
108	17.400	17450		
109	17.500	17550		
110	17.600	17650		

3) 流量時系列

流量時系列は、利水計画検討及び計画高水検討において整理されている安威川ダム地点、及び桑原橋地点の日流況と洪水時データを使用する。

予測計算における流量は、2000 年（H12 年）～2008 年（H20 年）の 9 ヶ年のデータを用い、時間流量として利水計画検討、計画高水モデルのダム計算を行って得たハイドロデータを用いた。

予測計算としては、河床変動及び粒度分布等を馴染ます助走期間として、流量時系列を 10 年間与えた後、ダムあり、ダムなしの流量時系列を繰り返し 50 年間与えた。

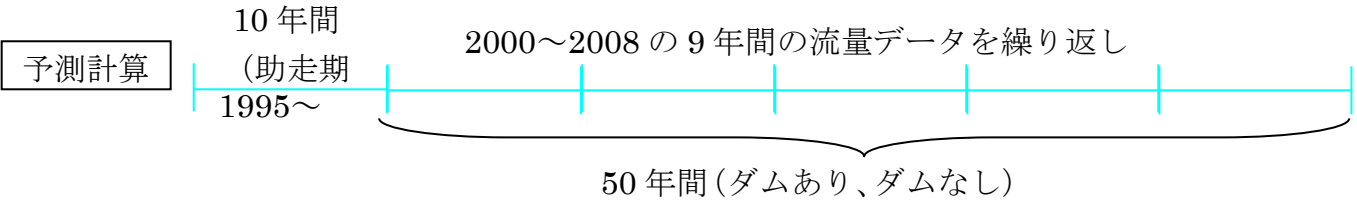


図. 使用する流量時系列の模式図

4) 流入土砂量

安威川上流端においては、上流端断面における掃流力見合いの粒径別平衡流砂量を与え、支川については、流域面積比により縮小して与える。ダムありの場合は、安威川上流端からの流入土砂量を 0 として与える。

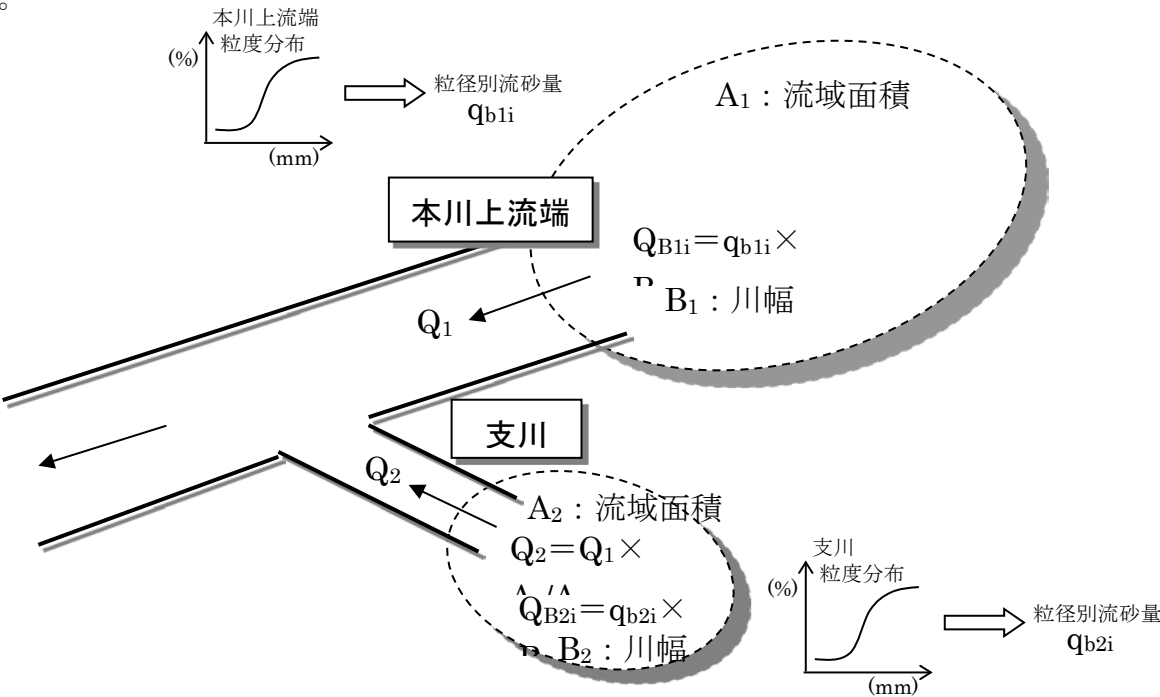


図. 流入土砂量の与え方

5) 計算条件

・出発水位

下流端において既往検討における H～Q 関係を用いて出発水位を設定した。

・粗度係数

既往検討では、全体計画で設定されている粗度係数にもとづき、低水路、高水敷ともに 0.035 を用いているが、整備計画に合わせ $n=0.03$ とした。

・粒径構成比

河床勾配など河道の特性の区分より 6 区間に分割し、各区分における粒径分布を設定する。

また、茨木川からの流入土砂の粒径構成比を茨木川での材料調査結果より設定する。設定した粒径構成比のグラフを次ページに示す。

表. 作成した計算データのまとめ

項目	内容
断面データ	河道の設定、河床の固定地点の設定
粗度係数	低水路、高水敷ともに $n=0.03$ を使用
流量時系列	洪水時は時間流量、その他は日流量を使用するとして流量データを整理
出発水位	計算区間下流端(7.4k)における H～Q 関係
粒径構成比	河床材料調査結果より設定
流入土砂	上流端、茨木川：掃流力見合い (検証計算によって流入土砂量及び粒径構成比を見直す)
その他	砂利採取なし

＜河道形態の区分分け＞

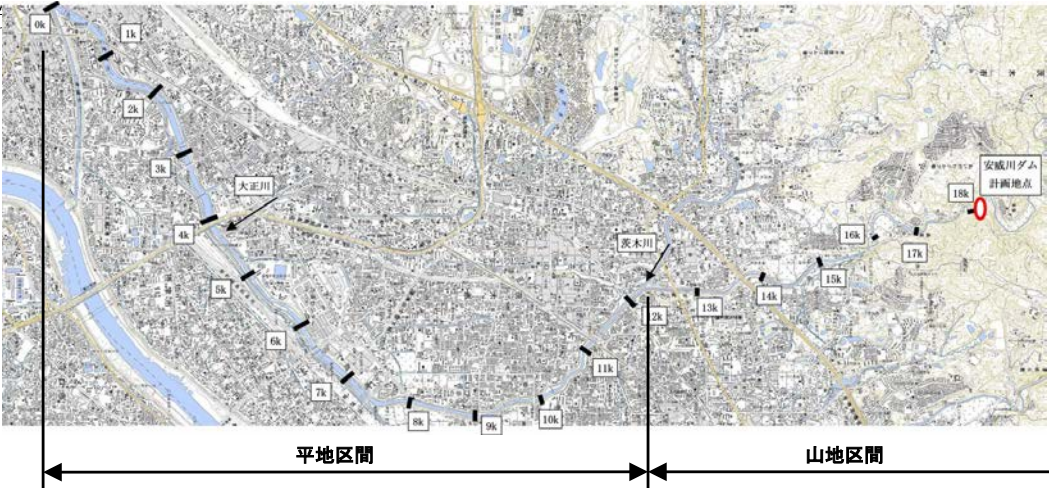


図. 安威川河川平面図（神崎川合流点～安威川ダムサイト）

- ◆山地区間（12.3～18.0k）
 - ・平均河床勾配は約 1/190～1/120 であり、10～300mm 程度の礫が分布している。
 - ・堰堤等の堆積土砂は、1～20mm 程度と比較的小さい。
- ◆平地区間（4.0～12.3k）
 - ・河床勾配は 1/1400～1/570 で、流れの緩やかな箇所では粒径は 0.1～10mm 程度であるが、瀬の部分や水際には 10～100mm 程度の河床材料も分布している。

粒径構成比は河道特性の区分により、以下の 6 区間に分割する。各区分における粒径分布は河床材料調査結果を用いる。

また、茨木川からの流入土砂の粒径構成比は茨木川での調査結果をもとに設定する。

表. 作成した計算データのまとめ

番号	区間	河床材料調査	備考
1	12.3k～13.5k	13k 地点水域	
2	13.6k～14.1k	14k 地点水域	
3	14.2k～14.8k	14.4k 地点水域	
4	14.9k～15.5k	15k 地点水域	
5	15.6k～16.9k	16k 地点水域	
6	17.0k～17.6k	17k 地点水域	
—	茨木川	茨木川	

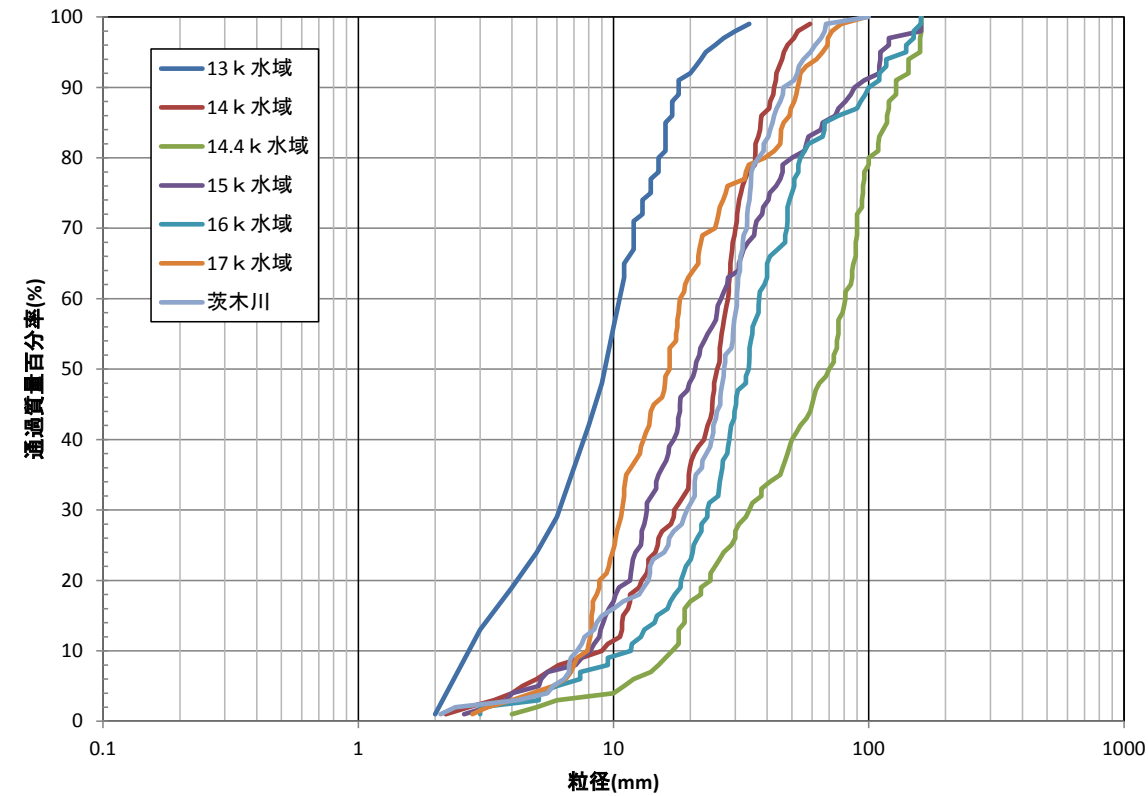


図. 河床材料調査結果

河床材料調査結果における粒度分布をもとに、各粒径区分毎の粒径構成比を以下のように設定する。

表 河床材料モデル（粒径構成比）

粒径区分	代表粒径 (mm)	粒径構成比(%)						
		茨木川						
		12.3k～13.5k	13.6k～14.1k	14.2k～14.8k	14.9k～15.5k	15.6k～16.9k	17.0k～17.6k	茨木川
2～5mm	3.16	24.0	6.0	2.0	4.0	2.0	4.0	3.0
5～7mm	5.92	12.0	2.0	1.0	3.0	3.0	4.0	6.0
7～10mm	8.37	20.0	3.0	1.0	10.0	4.0	16.0	7.0
10～20mm	14.1	36.0	25.0	13.0	31.0	13.0	39.0	14.0
20～50mm	31.6	8.0	60.0	23.0	32.0	53.0	24.0	60.0
50～70mm	59.2	0.0	4.0	10.0	5.0	10.0	10.0	9.0
70～100mm	83.7	0.0	0.0	30.0	6.0	5.0	3.0	1.0
100～200mm	141	0.0	0.0	20.0	9.0	10.0	0.0	0.0
200～300mm	245	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
平均粒径(mm)	—	10.8	25.4	68.6	36.3	43.4	23.2	28.2

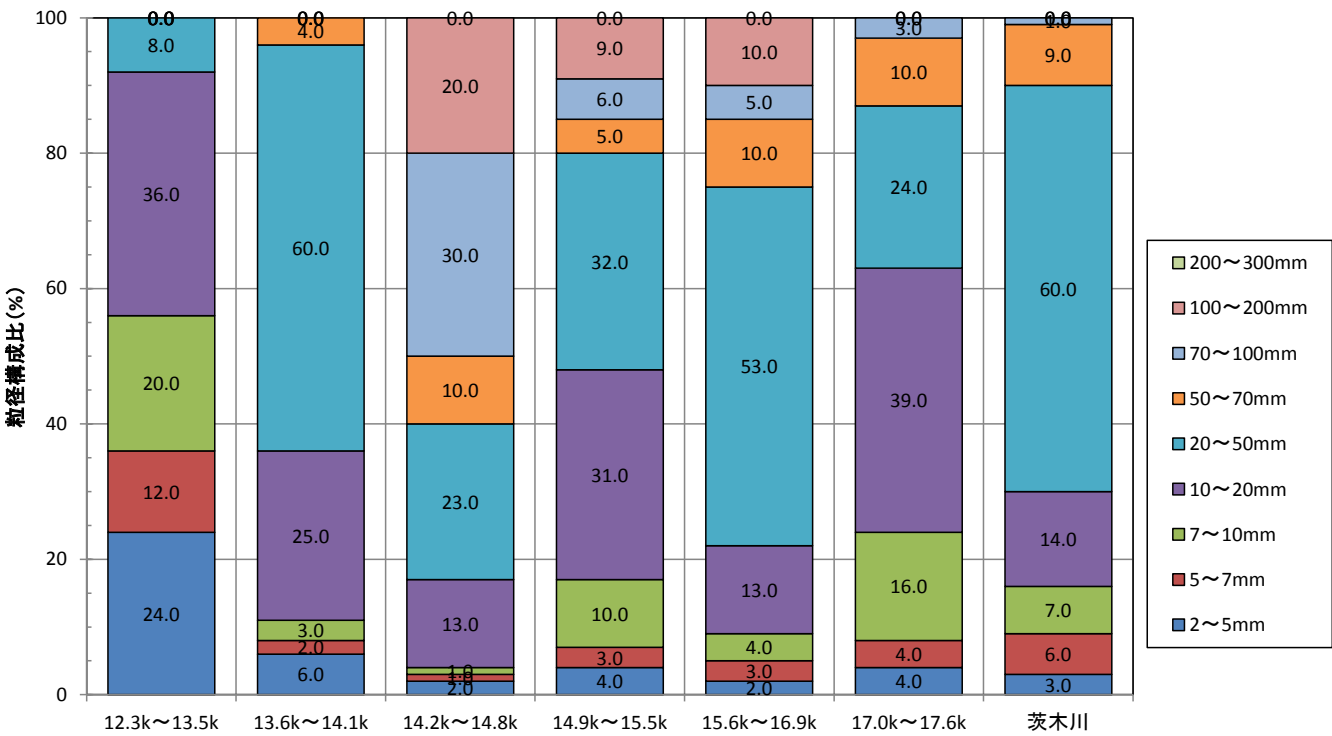
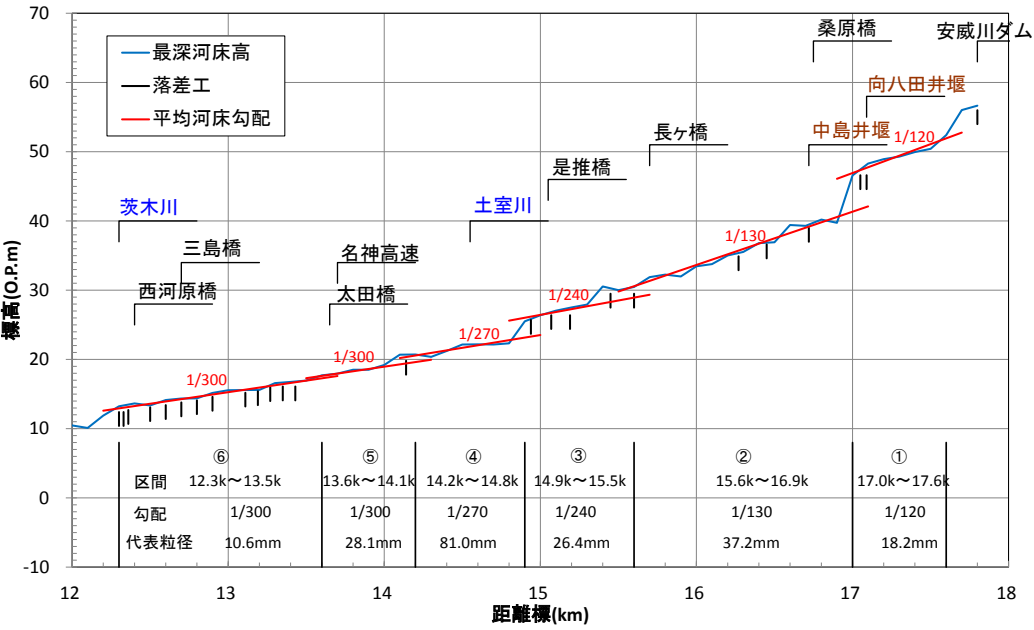


図. 粒径構成比の設定結果

■ダム建設によって予想される土砂環境の変化

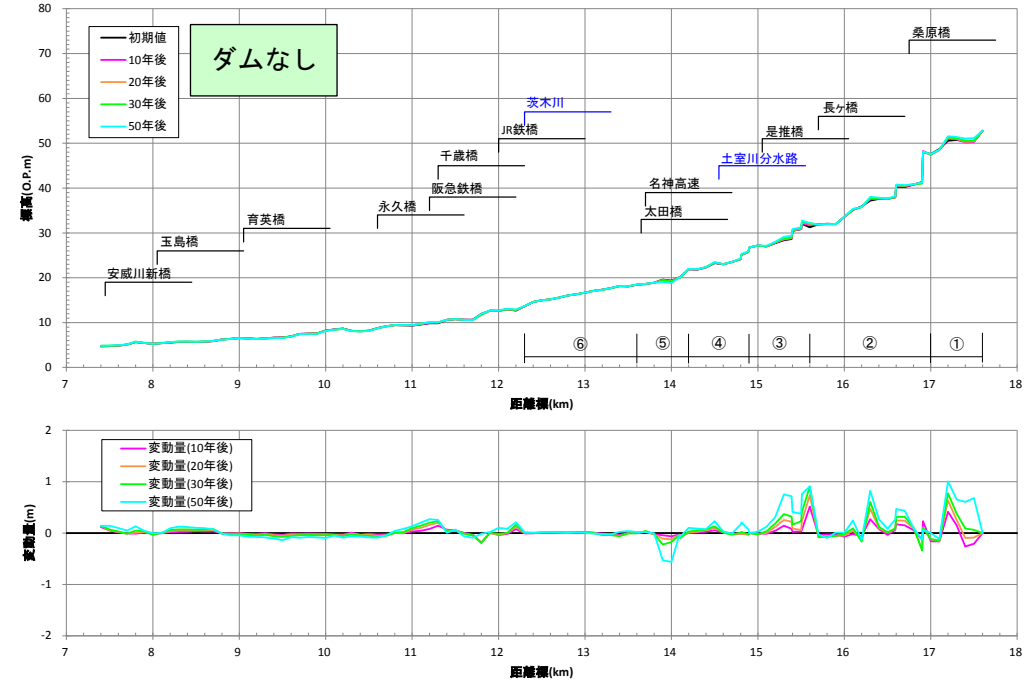
◆ダム建設の有無による河床変動の違い

今後 50 年間の河床変動予測結果によれば、堰や落差工上流で堆積するものの、ダム建設後はほとんど堆積しない結果となっており、堰や落差工付近を除けば現状でも河床変動量は 10cm/10 年程度（30～40cm/年が河床安定の目安）と少ないが、ダム建設後はほとんど土砂が供給されないため、河床が動かないことを示している。



・区間平均の考え方
構造物(堰、落差工等)の配置や河床材料、勾配等に基づき 6 区間に区間分けし、区間平均の水理量で評価。

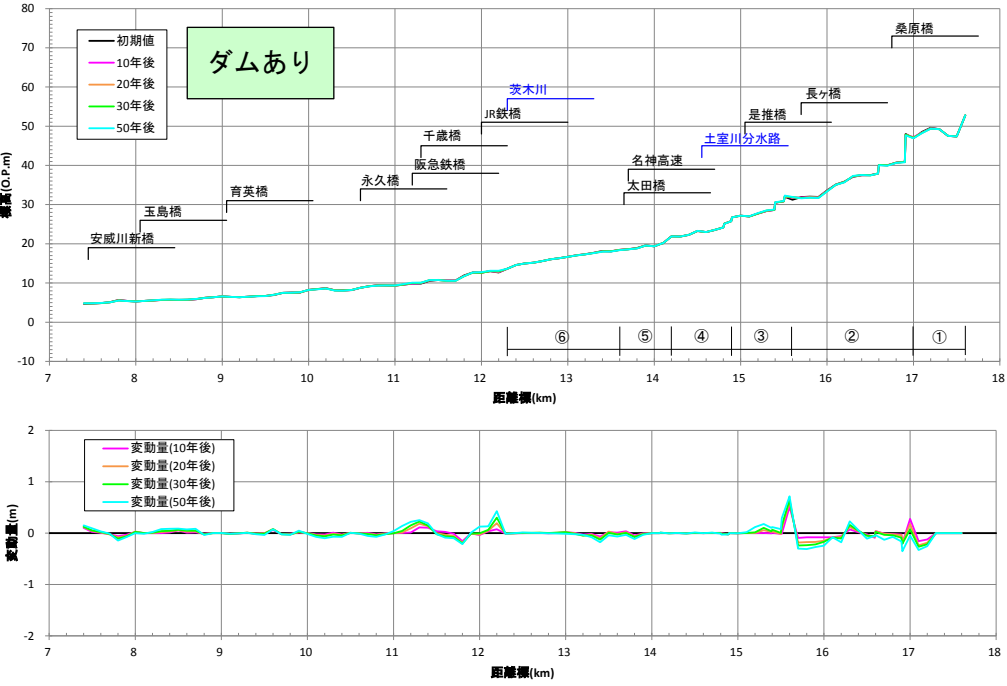
区間図



流量時系列は、利水計画検討及び計画高水検討において整理されている安威川ダム地点、及び桑原橋地点の日流況と洪水時データを使用する。

予測計算におけるフラッシュ放流あり、なしの流量は、2000 年 (H12 年) ～2008 年 (H20 年) の 9 ヶ年のデータを用い、時間流量として利水計画検討、計画高水モデルのダム計算を行って得たハイドロデータを用いた。

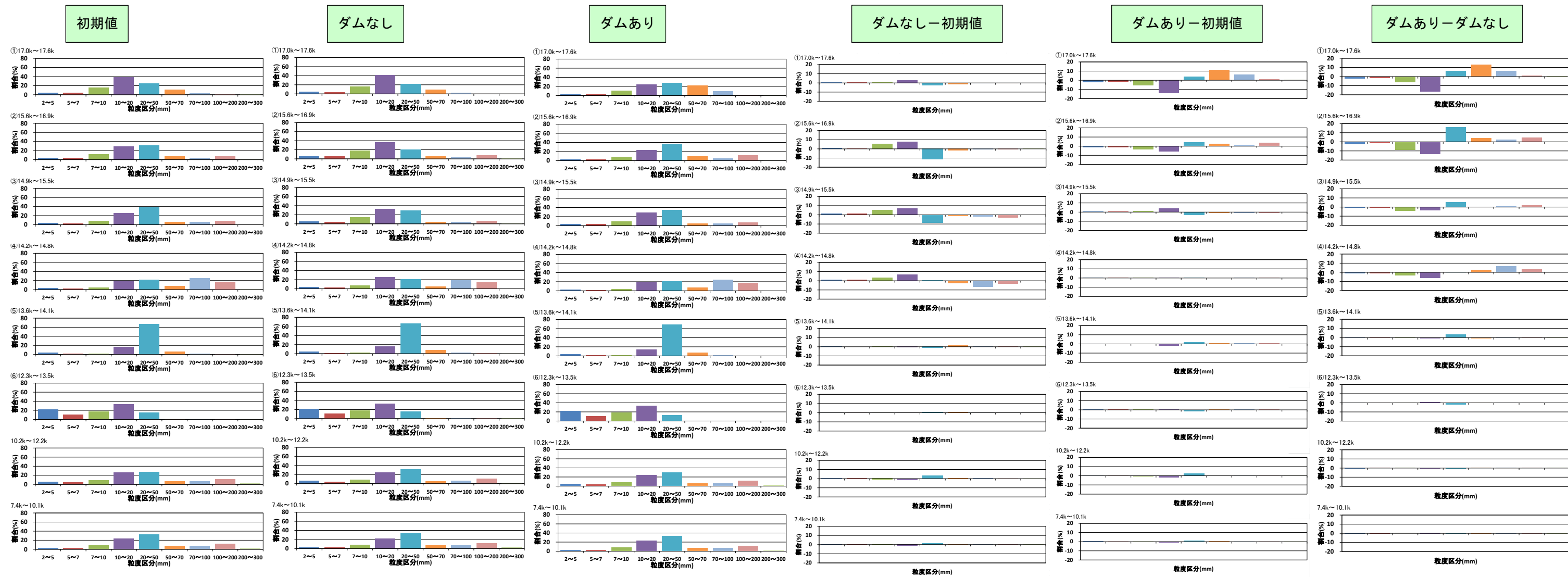
河床変動及び粒度分布等を馴染ます助走期間として、流量時系列を 10 年間で与えた後、フラッシュ放流あり、なしの流量時系列を繰り返し 50 年間で与えた。



ダム建設 50 年後の河床高及び変動高の予測計算結果

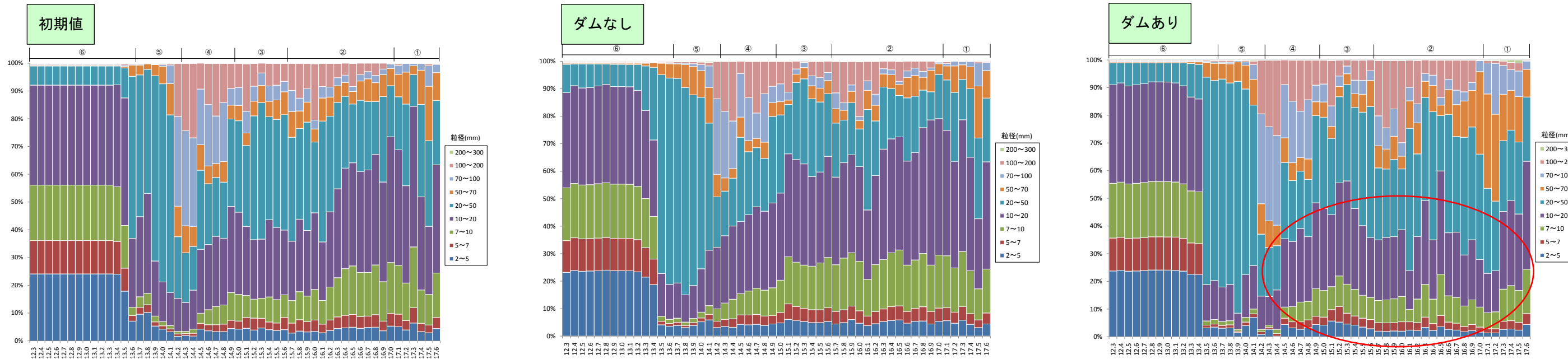
◆河床構成材料の質的变化（区間平均）

50年間の河床変動計算結果によれば、桑原橋下流～安威川ダム地点では、ダム建設後に上流からの供給土砂がなくなるため粗粒化の傾向がみられる。また、茨木川合流点下流～是推橋下流ではダムなしの場合とほとんど変わらない結果となっている。



◆河床構成材料の質的变化（各断面）

断面毎の粒径構成比を以下に示す。ダム建設後は上流からの供給土砂がなくなるため 14.4k 付近から上流で特に粗粒化の傾向がみられる。

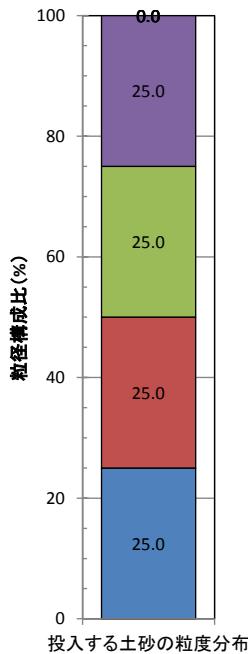
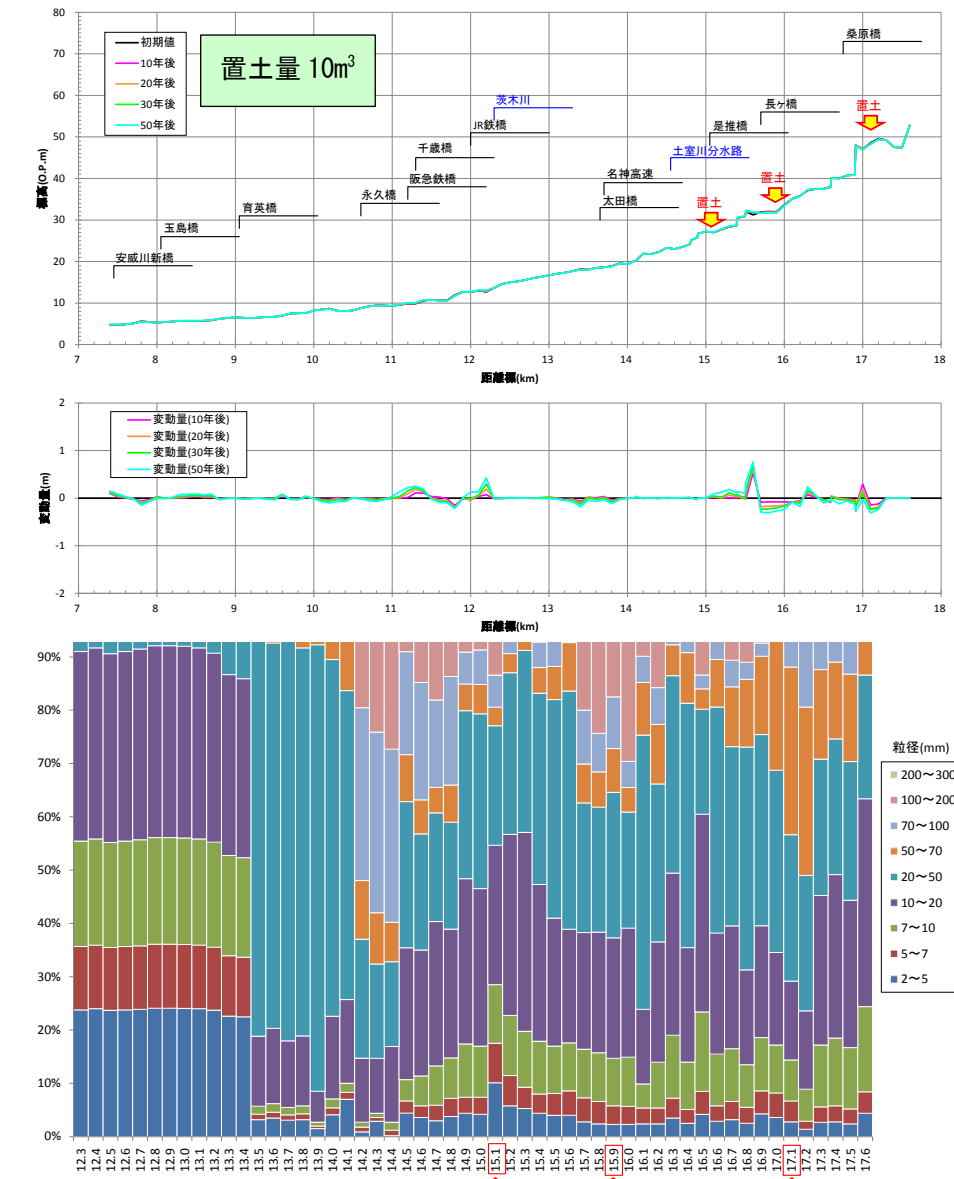
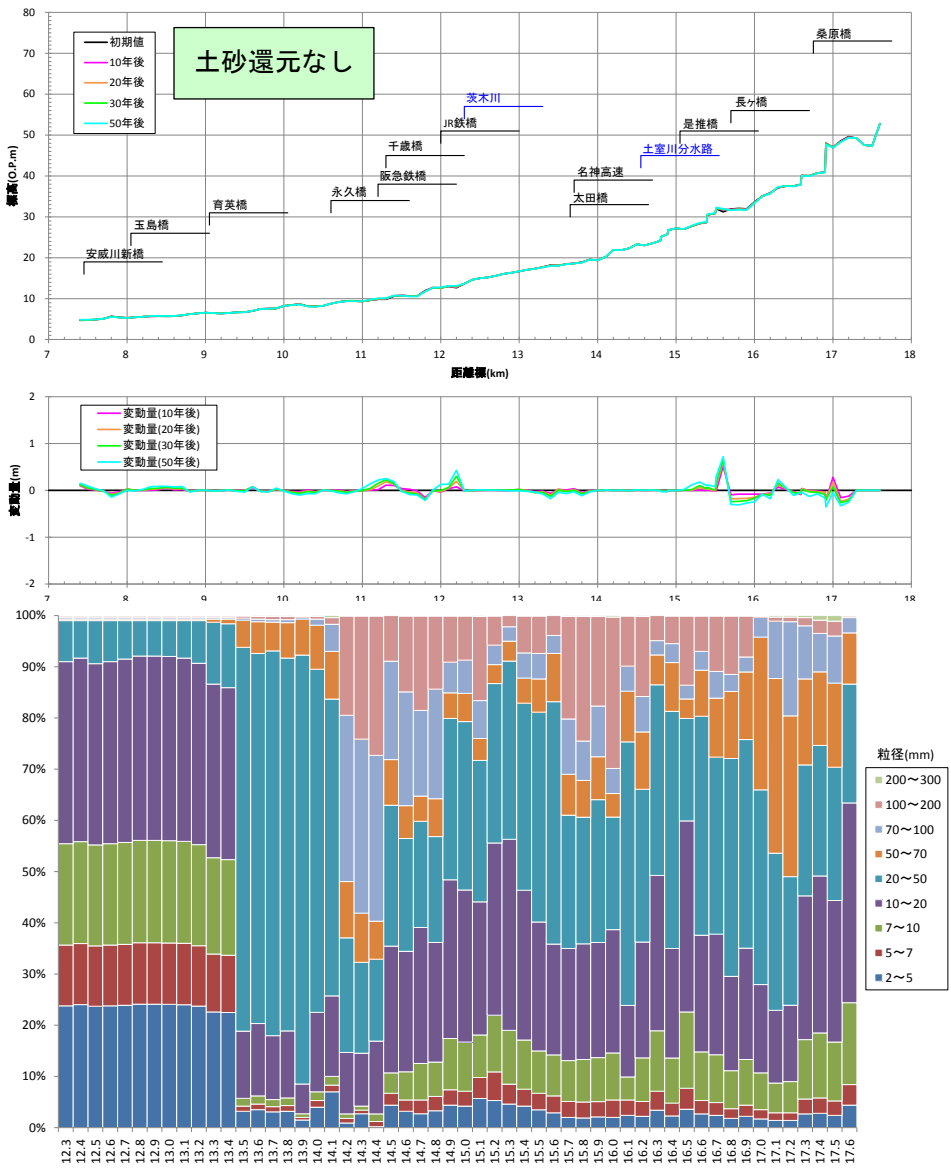


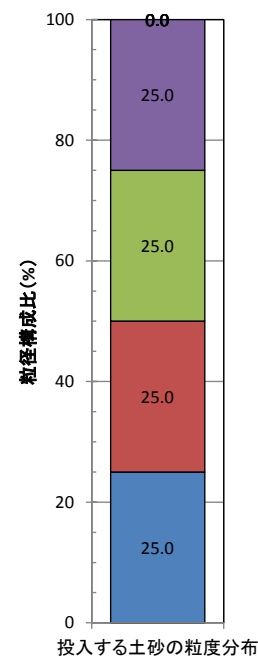
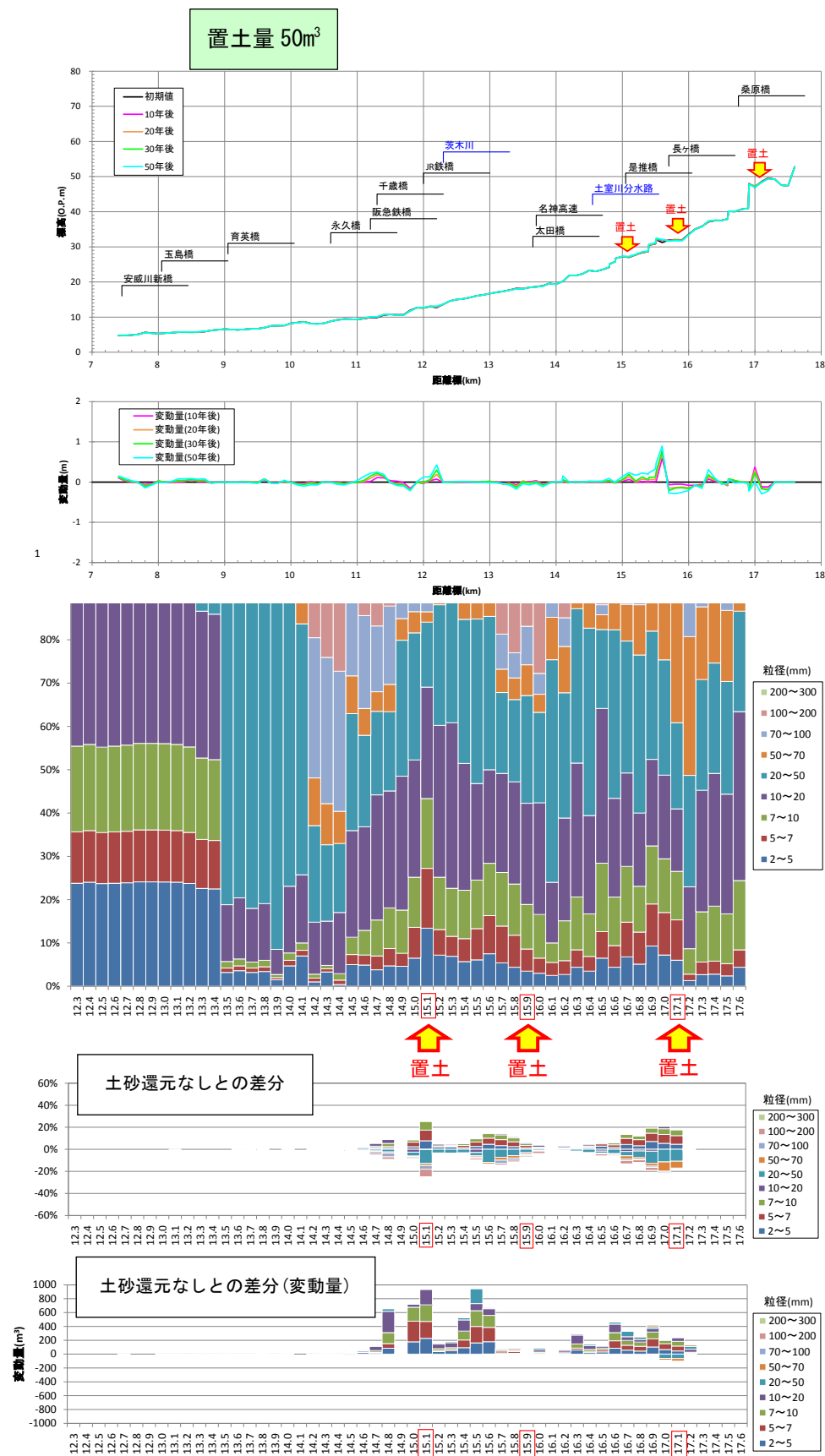
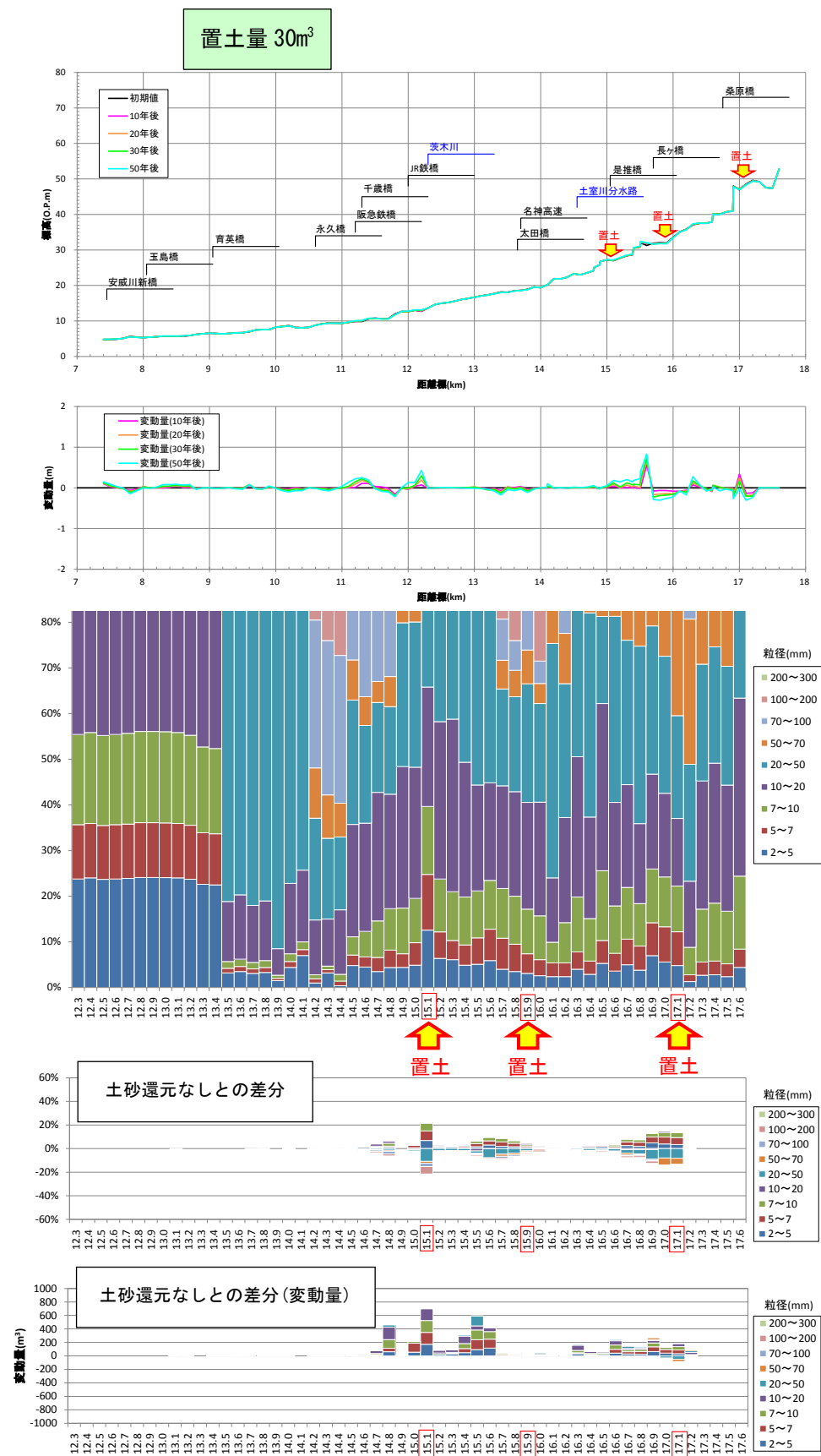
○土砂還元を考慮した河床変動解析結果

土砂還元箇所は河床変動計算結果から、河床低下となっている箇所(15.1k、15.9k、17.1k)とし、置土の量は10m³、30m³、50m³の3ケースとした。

置土はダム建設によって不足する2～20mmの土砂を等分で与え、置土の頻度として、毎年当該置土量を投入(モデル上1月1日)するものとした。

置土地点下流でも粒度分布が変化することを確認できたが、ターゲットとすべき2～20mmの土砂を増やすためには、投入土砂の粒径調整(ふるい分け)が必要であることから、土砂採取場所を含め今後検討が必要である。





3. フラッシュ放流に関するダム運用計画の検討（Ⅲ）

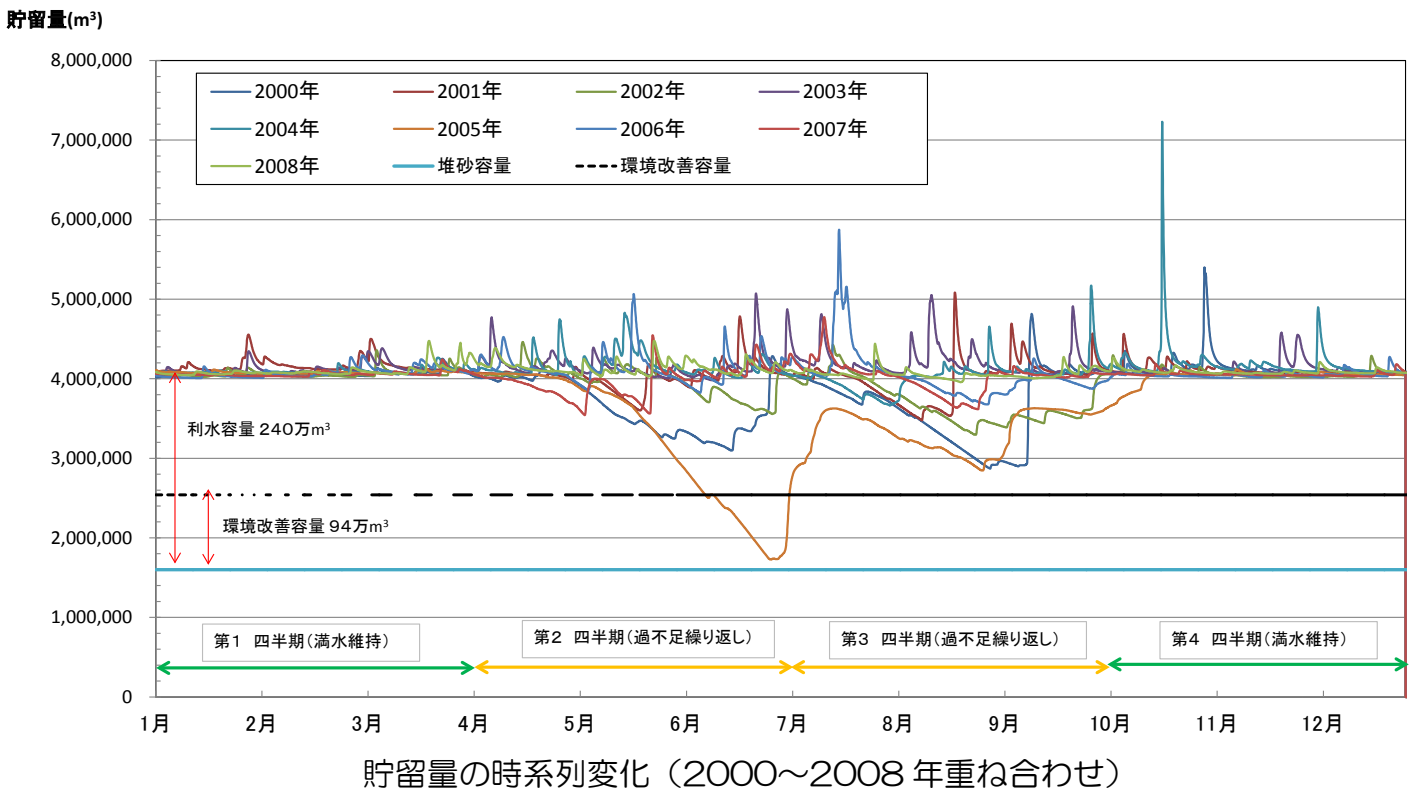
■フラッシュ放流に対する制約事項

◆容量の確保

2000 年～2008 年間の利水計算結果によれば、環境放流容量としての94万 m³の容量は、2005 年を除き確保できている。

年間では 4 月～9 月期に利水容量が低下する傾向にあるが、利水容量は降雨量に依存して放流可能な貯留量に変化することから、その時点で利用可能な容量を有効活用してダム下流の河川環境の改善ができるように、様々な流量規模のフラッシュ放流時に必要となる容量を整理した。

30m³/s のフラッシュ放流を実施する場合は、94 万 m³の容量が確保されていれば年 2 回の実施が可能であり、5 m³/s では月数回の実施が可能である。



2005 年を除き利水容量が不足するのは、4 月～7 月、7 月始めの梅雨末期に一旦回復し、再び 7 月～10 月に不足することから、3 ヶ月毎の四半期に分けて考える

四半期別	利水容量	特 性
第 1 四半期	満水維持	2、3 月小出水で維持
第 2 四半期	過不足の繰り返し	梅雨末期に回復
第 3 四半期	過不足の繰り返し	台風で回復
第 4 四半期	満水維持	台風で回復、11、12 月小出水で維持



第 1 及び 4 四半期：渇水年か平水年かに関わらず定期的に実施可能
第 2 及び 3 四半期：残存利水容量と必要容量に基づき実施

放流波形と必要容量

流量	立上げ時間 (時間)	ピーク放流量 の継続時間 (時間)	回帰時間 (時間)	放流時間 (合計)	1 回あたりの 放流量 (V)	環境改善容量に対 する放流可能回数 (94 万 m ³ / V)
1m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 1 万 m ³	94 回
2m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 2 万 m ³	47 回
3m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 3 万 m ³	31 回
4m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 4 万 m ³	23 回
5m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 5 万 m ³	18 回
10m ³ /s	1.0	2.0	0.5	3.5	約 10 万 m ³	9 回
20m ³ /s	1.5	2.0	0.75	4.25	約 23 万 m ³	4 回
30m ³ /s	2.0	2.0	1.0	5.0	約 38 万 m ³	2 回

注：維持流量分を含む容量

- ◆下流河川の安全確保（自然洪水の発生時対応、河川利用者）

安威川の下流区間は、高水敷を遊歩道として整備済で、多くの府民等が散策等に利用しているため、安全確保の観点からフラッシュ放流時に高水敷が冠水しない流量とする必要がある。
- ◆生息する各種生物のライフサイクル（産卵時期・成育（仔稚魚）時期等、糸状藻類繁茂期）

○5～6月は産卵期を、5月から9月は仔稚魚期を迎える魚種が多いことから、産卵された卵やふ化後の仔稚魚がフラッシュ放流で流されないように、放流量は小さくする必要がある。

○糸状藻類の繁茂期は4～5月及び10月と考えられ、効果的に糸状藻類の繁茂を抑制できるような放流時期、放流量を検討する必要がある。

○小出水による水の濁りの刺激を受け産卵行動に移る種*は確認されていないが、ダムによってこうした小出水が少なくなる場合には、産卵床等への微細粒子の堆積が懸念されるが、小規模のフラッシュ放流をすることで改善を図る。（*：水田等の一時的水域で産卵する種としてある種のドジョウやナマズが挙げられるが、安威川の指標種ではない。シマドジョウは河川内の湧水部で産卵。）

○攪乱頻度確保の観点からは、できるだけ現状の流況による出水（攪乱）頻度に近づけるように、フラッシュ放流を行うことでダムの影響を改善する。

安威川ダムによる流況の変化や河道特性（区間毎の流量規模と移動限界粒径の関係等）の現状を踏まえ、目的別放流量と実施時期を見直した結果を以下に示す。

目的別放流量とライフサイクルを考慮した実施時期

目 標	具体的内容	機 能	必要条件	放流量 (m ³ /s)	時期、頻度	備 考
付着藻類剥離・更新	非糸状藻類剥離	非糸状藻類が剥離	摩擦速度0.071m/s	0.4～4.0	月1回程度	
	糸状藻類剥離	土砂によるクレンジング効果	摩擦速度0.072m/s + 5～10mmの土砂	0.4～4.8	繁茂前の3月、9月下旬	
	糸状藻類剥離	付着している石が転がり剥離	最大粒径が移動→ 30m ³ /sの流量で発生する攪乱 (計算上は粒径40～50mm以下が移動する)	30.0	繁茂始めの4月、10月上旬	数百m ³ /sの流量が必要
攪乱頻度確保	生息環境の保全	付着物(微細粒子等)の剥離	摩擦速度0.071m/s	0.4～4.0	自然流況：各月1回程度	水田代掻きによるシルト分の流出あり(5月中旬頃実施)
	砂礫河床維持	砂～砂礫成分の更新	粒径30mm以下が移動	6～20 ^{注)}	自然流況：5～9月各1回	瀬淵の維持
生物生息環境改善	産卵床の保全	砂～砂礫成分の補給、更新	粒径30mm以下が移動	6～20 ^{注)}	産卵期の自然流況：5～6月に1回	瀬淵の維持
	浮き石状態の確保	河床材料の更新	代表粒径(60%粒径)移動	5.0～14.6	産卵期直前：4月下旬に1回	主要な河床構成材料が入れ替わる 14.0k～14.8k区間は不適
	植生繁茂の抑制	根を張っている砂州の石が移動	最大粒径が移動→ 30m ³ /sの流量で発生する攪乱 (計算上は粒径40～50mm以下が移動する)	30.0	年1回繁茂前の4月	数百m ³ /sの流量が必要
		種子を洗い流す	砂州が冠水	30.0	種子散布期直後の7月	低水路満杯流量：30m ³ /s以上の流量が必要
	水質改善	よどみ水の更新	平水流量程度	－	－	

注)河床攪乱を目的とした30m³/sの放流で40～50mm以下の土砂が移動するため、ダム建設後の粒径変化も考慮して、砂礫として粒径30mm以下が移動する流量とした。

放流量はターゲット地点選定表に示した各目的別必要流量の区間最小～最大流量として幅を持たせた。

- ◆放流水の水質（出典：安威川ダム水環境保全措置検討業務委託（その2）報告書）

環境保全措置を実施することで、濁水長期化の影響はあるものの、ダム湖の水質は概ね富栄養化レベルまで悪化しない。

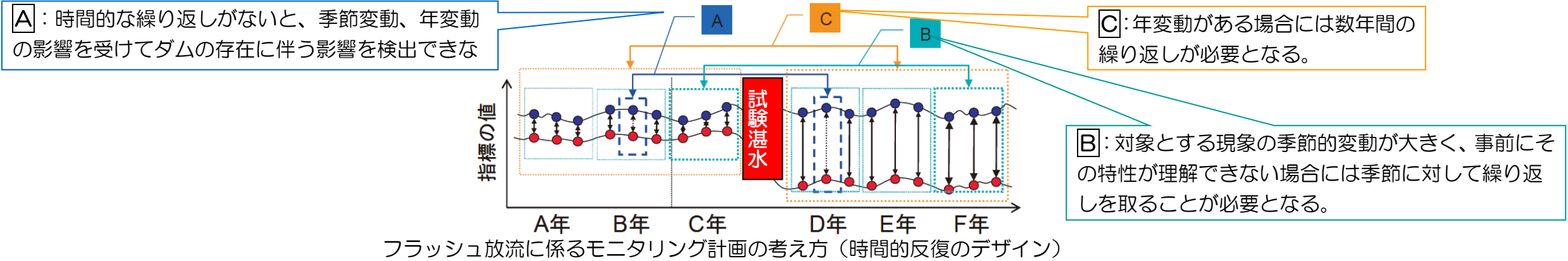
フラッシュ放流を実施する時期の水質をチェックし、下流への影響を評価する必要がある。

放流水のSSについては計算されているが、その他の水質項目については表層のみで放流水については詳細確認が必要である。

4. フラッシュ放流に関するモニタリング結果

① フラッシュ放流に係るモニタリング計画の考え方

フラッシュ放流による効果・影響を短期的・長期的に把握するために、モニタリング調査に必要な調査項目、調査地点、調査時期、調査方法、調査頻度等を選定する。
設定に当たっては、ダムの影響を受けない対照地点における調査データを用いた比較検討・時間的な繰り返しをとることが出来るようデザインすることが重要である。



出典：「ダムと下流河川の物理環境との関係についての捉え方」（国土技術政策総合研究所、既出）

② フラッシュ放流に係るモニタリング計画の基本方針

フラッシュ放流による効果・影響を短期的・長期的に把握するために、モニタリング調査に必要な調査項目、調査地点、調査時期、調査方法、調査頻度等を選定する。

調査種別	目的	調査名	調査対象	影響種別	把握種別	特徴
短期的調査	物理的変化の把握	放流直前調査 放流直後調査	物理的環境	直接的	定量的	放流の直前調査と直後調査を設定することを基本とする。
長期的調査	生物相等の変化の把握	放流前調査 放流後調査	生物相	間接的	定性的	生物の周年サイクルを基本とし、放流のタイミングをばさみ、同じ季節に設定することを基本とする。

短期的調査：フラッシュ放流直前・直後の調査。放流による藻類剥離や河床材の粗粒化・細粒化、河床の浸食・堆積との変化、底生動物の多様性の変化等を確認する調査。
長期的調査：フラッシュ放流の実施による河川生態系への効果の調査。魚類の産卵環境が改善されて稚魚の個体数が増えたかや、フラッシュ放流による河床の攪乱効果で底生動物の種数や多様度が増加したか等を把握する調査。

出典：「ダム下流河川の環境改善を目的とした放流手法について」（平成 23 年度ダム水源地環境技術研究所所報、平成 24 年 11 月、一部改変）

③ フラッシュ放流に係るモニタリング計画の調査時期（イメージ）

フラッシュ放流や自然出水時期に合わせて、短期的調査（放流直前調査、放流直後調査）、長期的調査（放流前調査、放流後調査）の実施時期が決まる長期的な計画とする。そのため、調査時期確定後の降水量（フラッシュ放流に必要な貯水量の不足、フラッシュ放流の複数回実施、等）やダム下流河川環境の状況に合わせて、モニタリング調査計画は柔軟に最適化する必要がある。

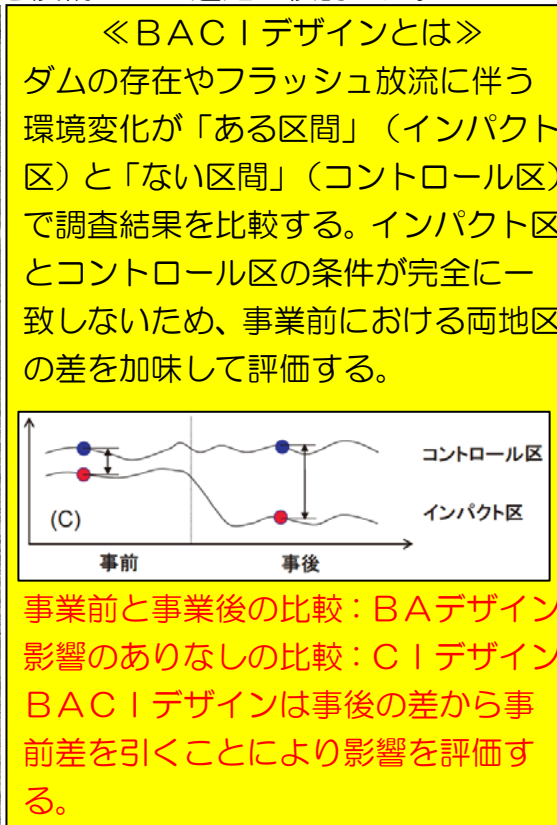
年度	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35
事業計画	工事中						試験湛水	モニタリング		
短期的調査								フラッシュ ▲▲ ▲▲	フラッシュ ▲▲	フラッシュ ▲▲
頻度：フラッシュ放流・ 自然出水の前後に実施	自然出水 ▼▼	自然出水 ▼▼	自然出水 ▼▼ ▼▼	自然出水 ▼▼	自然出水 ▼▼ ▼▼	自然出水				
長期的調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
頻度：年 1 回実施										
	現況把握のための物理的調査が必要（H27）		春季と秋季に出水があるのが理想的		渇水年は自然出水が期待できない		試験湛水後はフラッシュ放流のみ対象		必要規模のフラッシュ放流を適宜実施	フラッシュ放流で自然出水を代替する

④フラッシュ放流に係るモニタリング計画のBACIデザインを考慮した調査地点

調査地点の選定に当たっては、第5回大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会（平成26年7月2日）及び安威川ダム環境改善放流検討部会 現場視察会（平成26年5月20日）の意見を考慮した3地点（ダム直下、桑原橋、長ヶ橋）を選定すると共に、第2回安威川ダム環境改善放流検討部会（平成26年10月27日）で提案したBACIデザインを考慮した調査地点（安威川：名神高速上流、茨木川：幣久良橋下流、芥川：名神高速上流、塚脇橋上流）を候補として選定し検討した。



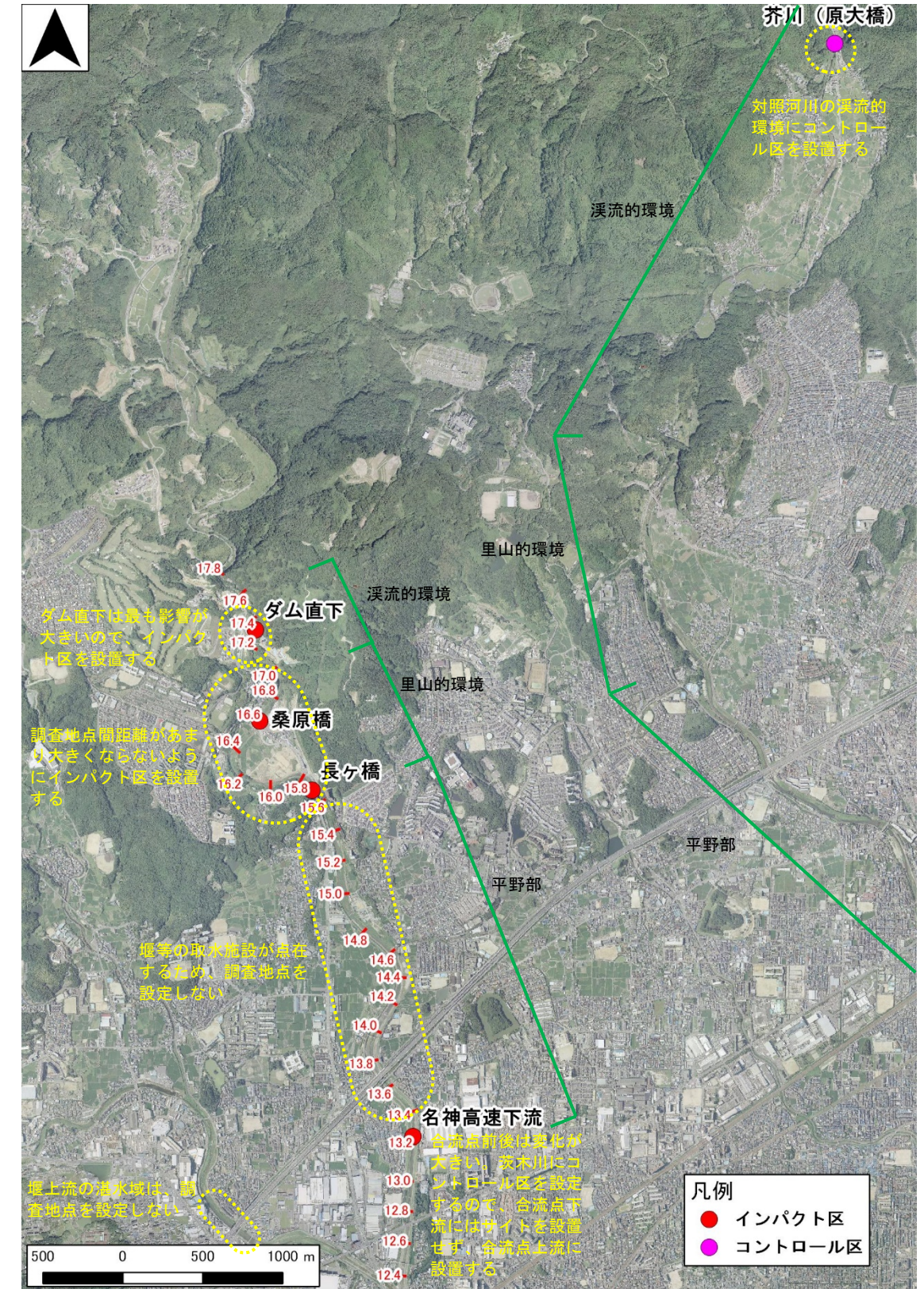
第2回部会資料の調査地点（案）



第2回部会及び事前ヒアリング意見である

- ・「地点数が多すぎると比較が困難になる可能性がある。」
- ・「ダム直下の類似環境を選定すれば良い。」

を考慮した。
また、距離標を基準に各種調査結果をまとめ、「環境情報図」として整理した。



第2回部会意見を踏まえた調査地点（案）

⑤平成２７年度調査計画【試験施工、自然出水】

砂州攪乱の試験施工を行いその効果を把握する。今後実施するフラッシュ放流や土砂還元の効果検証のための基礎資料とすると共に、河床変動計算の検証材料とする。
自然出水は時期が特定出来ないことから、自然出水前調査は降雨が増える出水期前に実施し、自然出水後調査は出水後１ヶ月程度に実施する。

＜試験施工＞

目的	調査項目		必要性	調査地点・箇所数	調査時期 平成２７年度 (短期)		
					自然出水前	出水中	自然出水後
砂州攪乱の試験施工を行い、その効果を把握することで、今後実施するフラッシュ放流や土砂還元の効果検証のための基礎資料とすると共に、河床変動計算の検証材料とする。	試験施工	砂州形状の計測	流失土砂量の把握	１地点：試験施工箇所	○ 自然出水前の ４～５月		
	流況	流速、水位	自然出水時の掃流力確認	２地点：試験施工箇所、ターゲット地点		○	
	景観	定点写真撮影	出水前後の瀬淵、河床材料の変化等の把握	２地点：試験施工箇所、ターゲット地点	○ 自然出水前の ４～５月	○	○ 出水直後 ２週間後
	水質	水温、濁度、ＤＯ等	自然出水時の水質現況把握 水質と付着藻類との定性的な関係評価	１地点：ターゲット地点	○ 自然出水前の ４～５月	○	○ 出水直後 ２週間後
	河道の変化	河床材料、植生の状況（断面図）	河床変動状況の把握 残存土砂の粒径把握による計算結果の検証、砂礫成分の増加確認	＜河床材料＞ １地点：ターゲット地点 （各地点：中心、左右岸 計３箇所） ＜植生断面＞ １地点：ターゲット地点	○ 自然出水前の ４～５月		○ 出水直後 ２週間後
		横断測量	河床変動状況（瀬淵分布状況含む）の把握、土砂堆積厚の確認	２地点：試験施工箇所、ターゲット地点	○ 自然出水前の ４～５月		○ 出水直後 ２週間後
	付着藻類	＜従来手法＞ 種組成、細胞数、沈殿量、有機物・無機物含有量（強熱減量・強熱残量）、藻類活性状況（クロロフィルa、フェオフィチン）	付着藻類の剥離・更新効果の確認 新規提案手法（簡易空撮等）との結果比較	１地点：ターゲット地点 （任意調査、定量調査）	○ 自然出水前の ４～５月		○ 出水直後 ２週間後
		＜新規手法＞ 糸状藻類分布	簡易空撮（マルチコプターによる撮影）もしくは踏査（橋等からの撮影、水中撮影含む）による面的・簡易な現状把握 従来手法との結果比較	試験施工箇所より茨木川合流部まで	○ 自然出水前の ４～５月		○ 出水直後 ２週間後

※短期：短期的調査

※短期 自然出水前・後：ダム建設前の自然出水時（出水による影響データが得られていない、5～30m³/s相当時）に実施

< 短期的調査（5～30m³/s の自然出水を対象） >

目的	調査項目		必要性	調査地点・箇所数	調査時期 平成27年度 (短期)		
					自然出水前	出水中	自然出水後
フラッシュ放流等による生物に影響する物理的な変化を定量的に把握し、放流による直接的な変化がどの程度発生したかを把握する。	流況	流速、水位	自然出水時の掃流力確認	4地点（ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）		○	
	景観	定点写真撮影	自然出水中の水位上昇の様子や出水前後の瀬淵、河床材料の変化等の把握	4地点（ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）	○ 自然出水前の 4～5月	○	○ 出水直後 2週間後
	水質	水温、濁度、DO等（機械測定）	自然出水時の水質現況把握 水質と付着藻類との定性的な関係評価	1地点：太田橋		○	
	河道の変化	河床材料、植生の状況（断面図）	河床変動状況の把握 アーマーコート化（粗流化、大径礫の固定等）の状況把握	河床材料：4地点（ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流） （各地点：中心、左右岸 計3箇所） 植生断面：4地点（ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）			
		横断測量	河床変動状況（瀬淵分布状況含む）の把握、土砂堆積厚の確認	4地点（ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）			
	付着藻類	<従来手法> 種組成、細胞数、沈殿量、有機物・無機物含有量（強熱減量・強熱残量）、藻類活性状況（クロロフィルa、フェオフィチン）	付着藻類の剥離・更新効果の確認 既往結果との経年比較 新規提案手法（簡易空撮等）との結果比較	3地点（桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）			
		<新規手法> 糸状藻類分布	簡易空撮（マルチコプターによる撮影）もしくは踏査（橋等からの撮影、水中撮影含む）によるダム下流全域の現状把握 従来手法との結果比較	ダム直下から茨木川合流部まで、ダム下流全域			

※短期：短期的調査
※短期 自然出水前・後：ダム建設前の自然出水時（出水による影響データが得られていない、5～30m³/s相当時）に実施

<長期的調査（時間的反復を考慮した経年調査）>

目的	調査項目		必要性	調査地点・箇所数	調査時期 平成27年度 (長期)
生物の産卵時期・遡上時期等の生活サイクルや季節的な変動に留意して、フラッシュ放流等実施によって生物相がどのように変化したかを把握する。	河道の変化	河床材料、植生の状況（断面図）	河床変動状況の把握 アーマーコート化（粗流化、大径礫の固定等）の状況把握	河床材料：5地点（安威川：ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流、芥川：原大橋） （各地点：中心、左右岸 計3箇所） 植生断面：5地点（安威川：ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流、芥川：原大橋）	夏～秋季 （出水前後）
		横断測量	河床変動状況（瀬淵分布状況含む）の把握、土砂堆積厚の確認	5地点（安威川：ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流、芥川：原大橋）	（河床材料等と同時）
	付着藻類	<従来手法> 種組成、細胞数、沈殿量、有機物・無機物含有量（強熱減量・強熱残量）、藻類活性状況（クロロフィルa、フェオフィチン）	付着藻類の剥離・更新効果の確認 既往結果との経年比較 新規提案手法（簡易空撮等）との結果比較	3地点（安威川：桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流）	夏～秋季
		<新規手法> 糸状藻類分布	簡易空撮（マルチコプターによる撮影）もしくは踏査（橋等からの撮影、水中撮影含む）によるダム下流全域の現状把握 従来手法との結果比較	ダム直下から茨木川合流部まで、ダム下流全域	河川巡視の一環 （通年対応） 2週間に1度
	底生動物	種類数、個体数、湿重量、生活型別、水質階級別出現個体数、EPT指数	フラッシュ放流等実施による河床攪乱効果の把握	5地点（安威川：ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流、芥川：原大橋）	夏季、冬季
	魚類	魚類相（種類数、個体数、体長、湿重量）	事業影響に対する生物応答把握材料の蓄積	5地点（安威川：ダム直下、桑野橋、長ヶ橋、名神高速下流、芥川：原大橋） ※但し、産卵場に適した環境を確認した際には、上記5地点以外でも確認する。	初夏季、秋季
		オイカワ（親魚、仔稚魚）	指標種としての繁殖（生物群集維持）確認 貴重性・典型性の観点から、指標種（案）を選定した。なお、指標種（案）選定に際しては、生息環境を考慮するため、遊泳魚・底生魚についても着目した。 貴重性：ムギツク、シマドジョウ、アカザ 典型性：オイカワ、カワムツ、カマツカ、カワヨシノボリ 底生魚：カマツカ、シマドジョウ、アカザ、カワヨシノボリ 遊泳魚：オイカワ、カワムツ、ムギツク		初夏季：産卵、仔稚魚
		カワムツ（親魚、仔稚魚）			秋季：親魚、当歳魚
		ムギツク（親魚、仔稚魚）			
		カマツカ（親魚、仔稚魚）			
シマドジョウ（親魚、仔稚魚）					
アカザ（親魚、仔稚魚）					
カワヨシノボリ（親魚、仔稚魚）		併せて、産卵場調査を実施する。			
底生動物	ゲンジボタル（幼虫）		夏季、冬季 （底生動物と同時）		

※長期：長期的調査
※長期 放流前・放流後：長期的調査の放流前調査・放流後調査として実施、フラッシュ放流の少なくとも1年前・後に実施

⑥ 調査地点毎の調査項目

安威川ダム下流に位置するインパクト区、及び、芥川上流に位置するコントロール区（安威川ダム ダム直下の対照地区）の各調査地点における短期的及び長期的調査時の調査項目を以下に示す。

短期的調査 調査項目		調査地点（インパクト区）			
		溪流環境 ダム直下	里山環境 桑原橋	平野部 長ヶ橋 名神高速下流	
流況	流速、水位	○	○	○	○
景観	定点写真撮影	○	○	○	○
水質	水温、濁度、DO等		○機械観測		
河道の変化	河床材料、植生の状況（断面図）	○	○	○	○
	横断測量	○	○	○	○
付着藻類	<従来手法> 種組成、細胞数、沈殿量、有機物・無機物含有量（強熱減量・強熱残量）、藻類活性状況（クロロフィルa、フェオフィチン）		○	○	○
	<新規提案> 糸状藻類分布	安威川下流域全域			

長期的調査 調査項目		調査地点（インパクト区）				（コントロール区）
		溪流環境 ダム直下	里山環境 桑原橋	平野部 長ヶ橋 名神高速下流		溪流環境（芥川） 原大橋
河道の変化	河床材料、植生の状況（断面図） 横断測量	○	○	○	○	○
付着藻類	<従来手法> 種組成、細胞数、沈殿量、有機物・無機物含有量（強熱減量・強熱残量）、藻類活性状況（クロロフィルa、フェオフィチン）		○	○	○	○
	<新規提案> 糸状藻類分布	安威川下流域全域 ※河川巡視の一環				○
底生動物	種類数、個体数、湿重量、生活型別、水質階級別出現個体数、EPT指数	○	○	○	○	○
魚類	魚類相（種類数、個体数、体長、湿重量）	○	○	○	○	○
	オイカワ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	カワムツ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	ムギツク（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	カマツカ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	シマドジョウ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	アカザ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
	カワヨシノボリ（親魚、仔稚魚）	○	○	○	○	○
底生動物	ゲンジボタル（幼虫）	○	○	○	○	○

