

An aerial photograph of the Kosugi Dam, a large concrete structure with a curved crest. A bypass tunnel is visible, diverting water around the dam. Several green monitoring stations are mounted on the dam's crest. The surrounding area is lush with green trees and rocky terrain. The water in the reservoir is a light greenish-brown color.

第3回 小渋ダム土砂バイパストンネル モニタリング委員会 説明資料

平成27年7月撮影

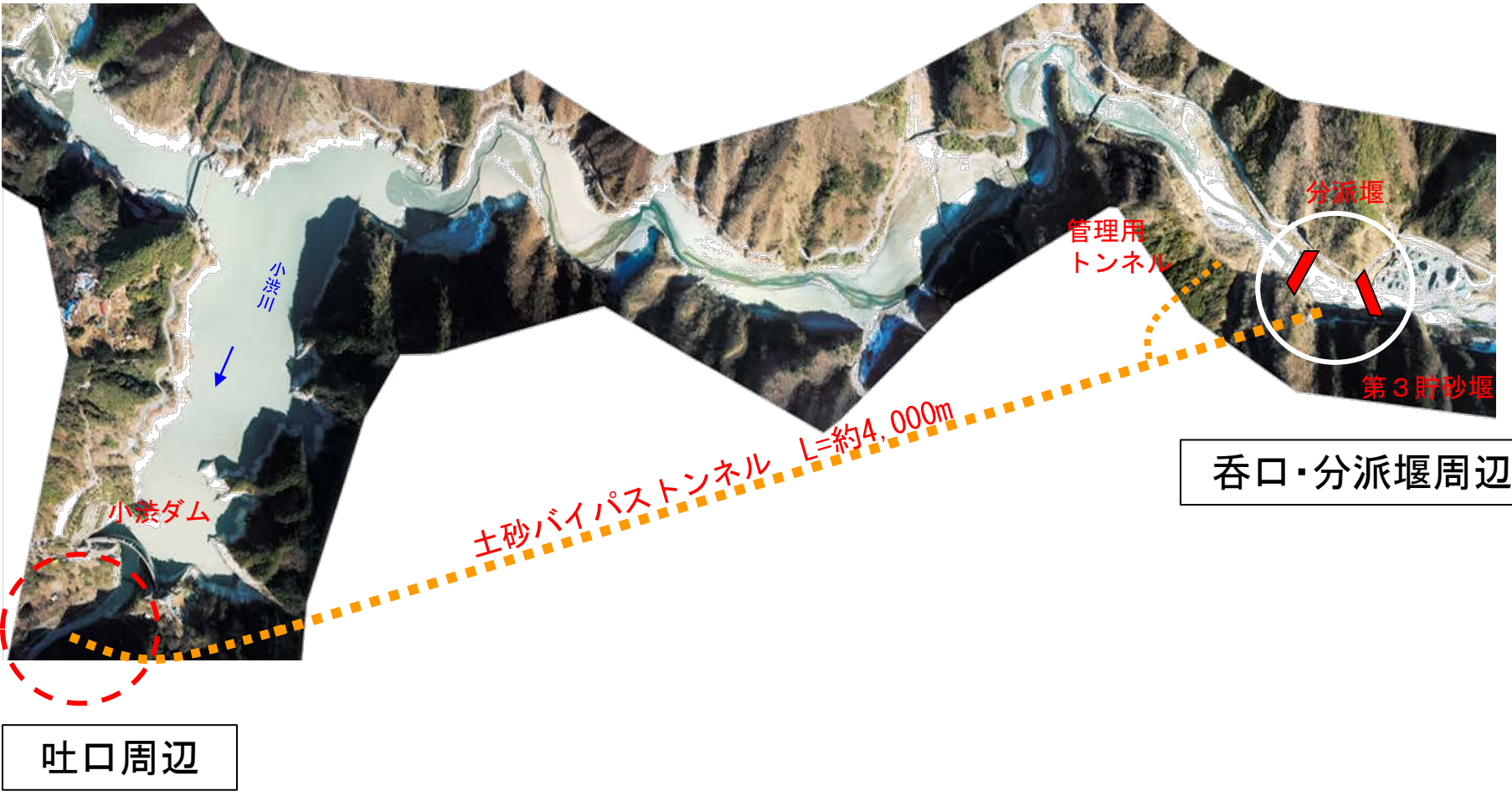
平成28年3月3日

国土交通省 天竜川ダム統合管理事務所

第3回 小渋ダム土砂バイパストンネル
モニタリング委員会 説明資料
＜目次＞

1. 工事の進捗状況	2
2. 各部会の報告	9
(1) 土砂収支部会	10
(2) 環境部会	18
3. 試験運用方法について	27
4. 事業効果について	29
5. モニタリング調査計画（案）	33
(1) モニタリングの目的	34
(2) モニタリングの内容	40
①土砂収支（土砂水理）把握のためのモニタリング調査	40
②施設構造検証のためのモニタリング調査	48
③環境変化把握のためのモニタリング調査	54
(3) モニタリング調査体制	58
6. 平成28年度の予定	61

1) 工事の進捗状況



1) 工事の進捗状況

(第2回委員会資料より)

呑口・分派堰周辺 俯瞰図

平成27年度 完了予定



1) 工事の進捗状況

呑口・分派堰周辺 写真
(平成28年2月撮影)



土砂バイパスゲート

分派堰

流木ハネ

第3貯砂堰

吐口周辺 俯瞰図

平成27年度 完了予定



1) 工事の進捗状況

吐口周辺 写真
(平成28年2月撮影)

土砂バイパス
トンネル

吐口



小渋ダム土砂バイパストンネル事業の経緯

平成12年度	土砂バイパストンネル事業化 堆砂対策委員会 発足
平成17年度	第3貯砂堰 H18.3.30 完成
平成20年度	トンネル工事 着手
平成23年度	本坑 H24.3.30 貫通
平成24年度	トンネル呑口施設 着手
平成26年度	トンネル呑口施設・ゲート完成
平成27年度	ゲート操作設備整備 呑口・吐口工事実施中
平成28年度	土砂バイパストンネル 試験運用開始予定



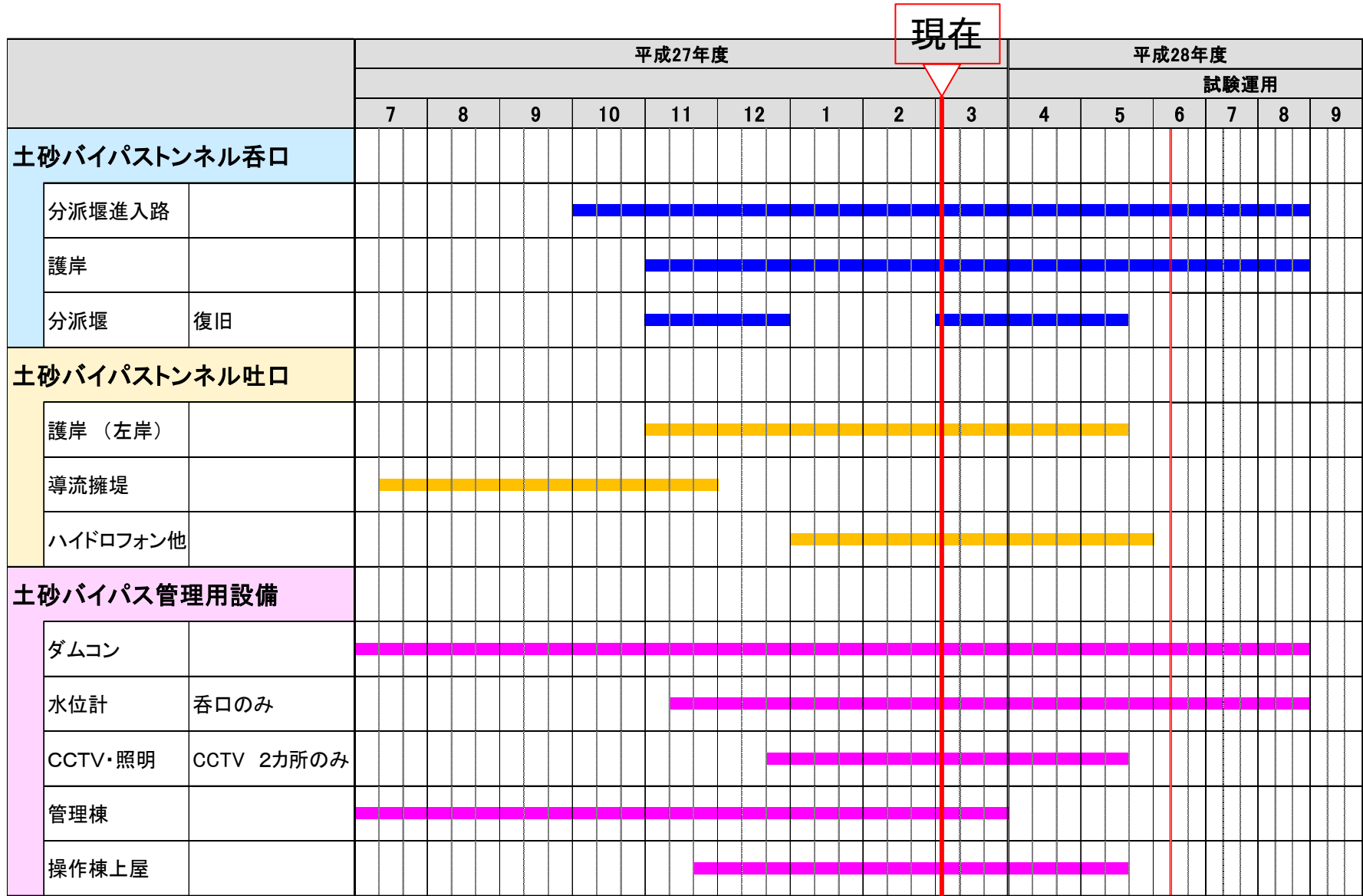
写真 トンネル内部
(覆工コンクリート・インバート本体工完了)



写真 トンネル呑口及び流木ハネ

1) 工事の進捗状況

土砂バイパストンネル工事予定工程表



2. 各部会の報告

(1) 土砂収支部会

1) 土砂収支部会でこれまでに報告・議論した内容

・第1回土砂収支部会

開催日時 : 平成27年1月15日

参加者 : 辻本委員長、藤田委員、溝口委員、服部委員

議論の概要 : バイパス土砂量等の把握手法、等

・第2回土砂収支部会

開催日時 : 平成27年6月(各委員持ち回り)

参加者 : 辻本委員長、藤田委員、溝口委員、服部委員

議論の概要 : バイパス土砂量等の算定手法、等

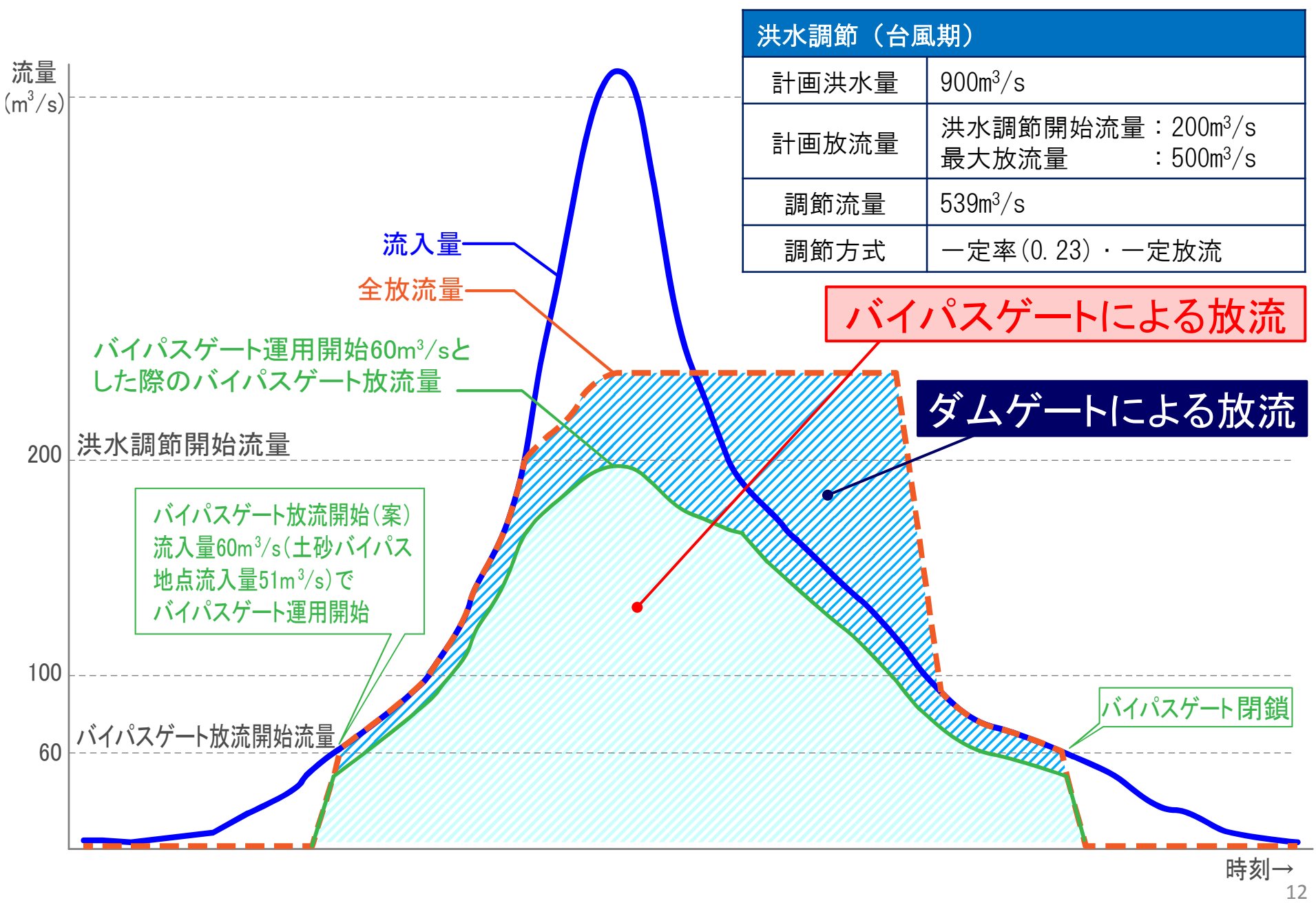
・第3回土砂収支部会

開催日時 : 平成27年12月17日

参加者 : 辻本委員長、藤田委員、溝口委員

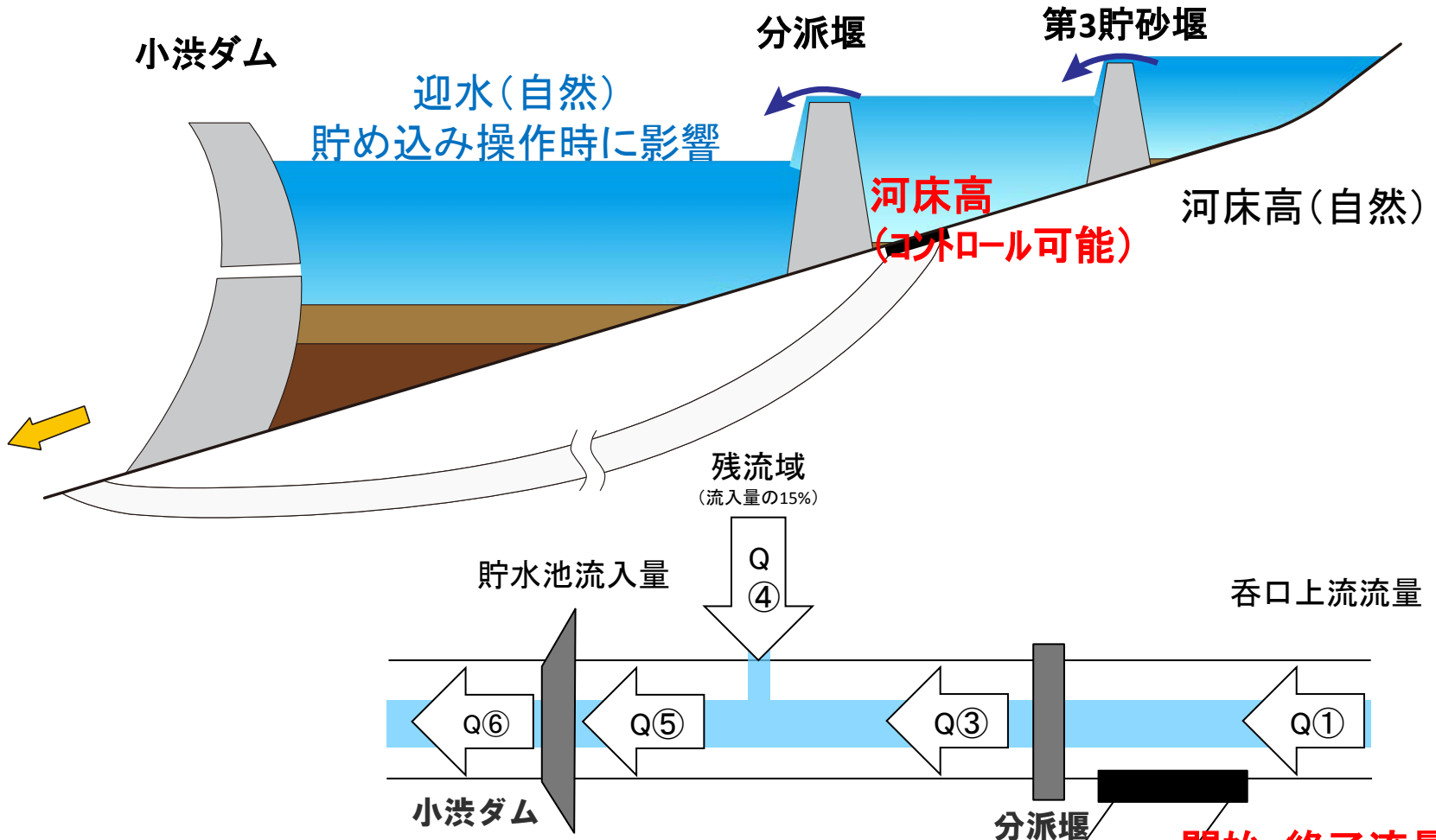
議論の概要 : 事業効果としての土砂収支検討方針について
今後3か年での試験運用方法(案)について
モニタリング計画書の作成・確認

2) 土砂バイパスを併用した操作運用方法(案)



3) 今後3か年での試験運用方法(案)について

- バイパスの試験運用中(3か年)に土砂移動量をコントロールできる項目としては、**分派堰上流の河床高とバイパス開始・終了流量**となる。



※: 試験運用期間中はできる限りバイパスで土砂を流下させたいことから、本検討では最大限バイパス運用が可能な開始流量で検討を行った。

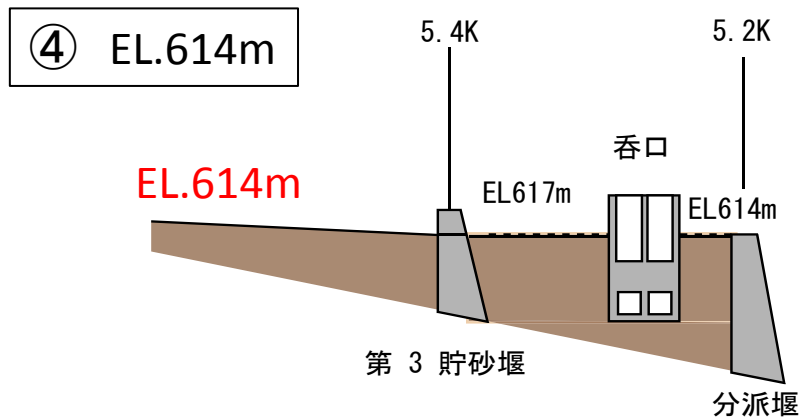
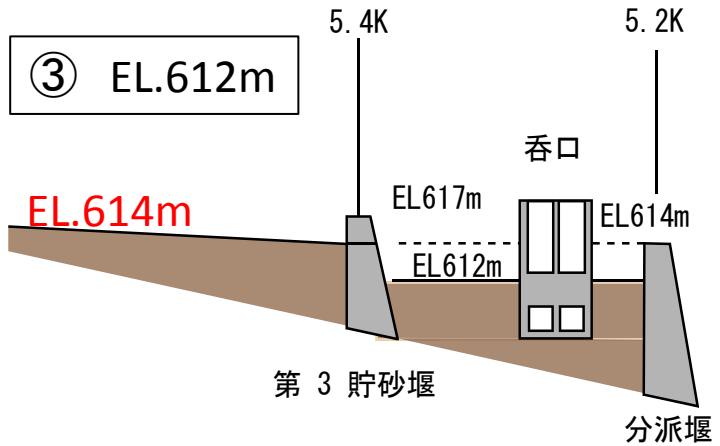
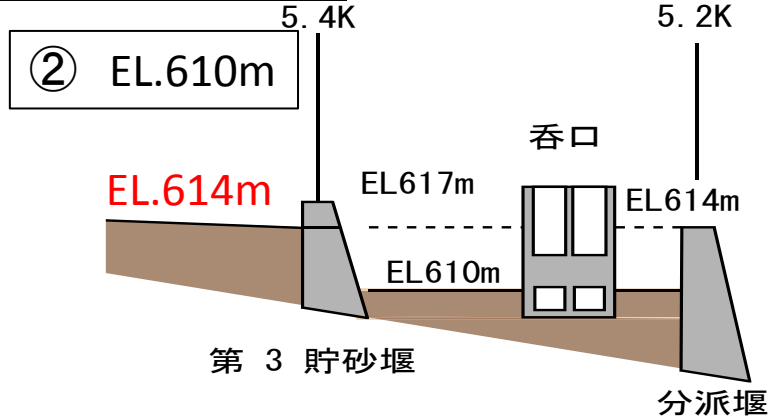
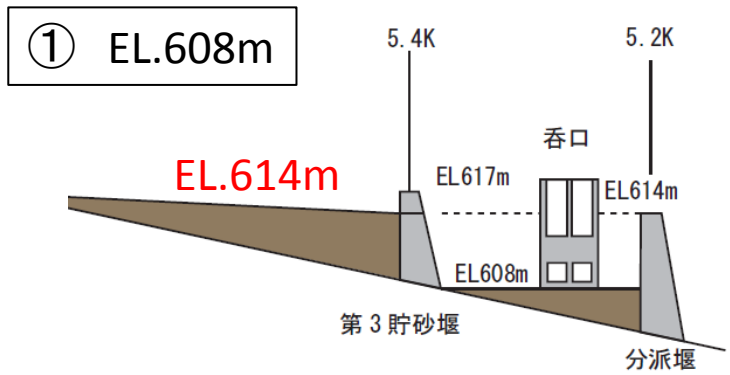
**開始・終了流量
(コントロール可能)※**

3) 今後3か年での試験運用方法(案)について

- 過去の実績洪水を対象に、一次元河床変動計算により洪水規模や分派堰上流の河床高の違いによるバイパス土砂の排砂率に関する検討を行った。

表 想定した河床高

分派堰上流河床高	
①	EL.608m(約8.5万m ³)
②	EL.610m(約6万m ³)
③	EL.612m(約3万m ³)
④	EL.614m(約0万m ³)



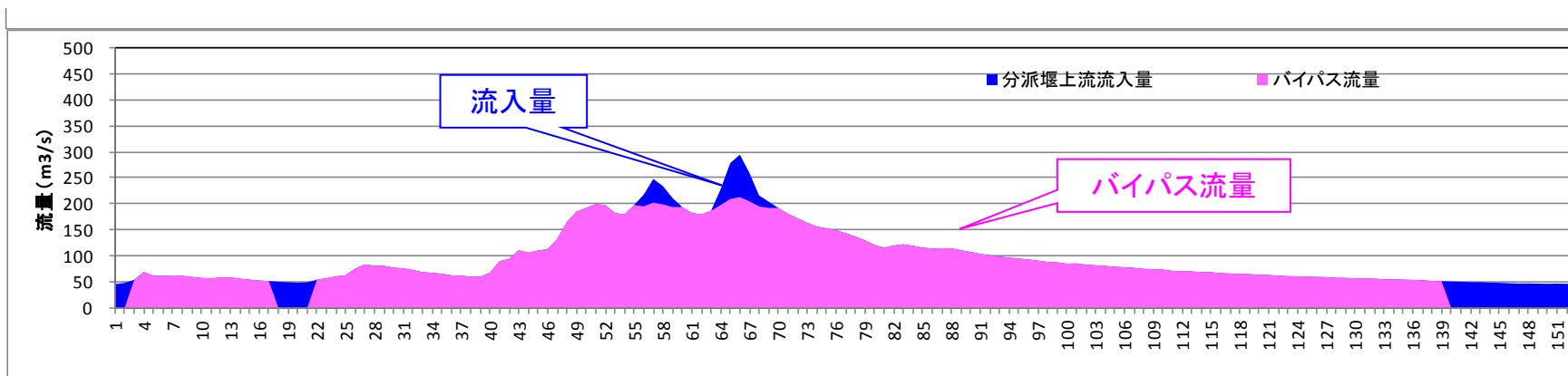
3) 今後3か年での試験運用方法(案)について

- 過去の実績洪水を対象に、洪水波形の違いによるバイパス排砂効率について算定した。

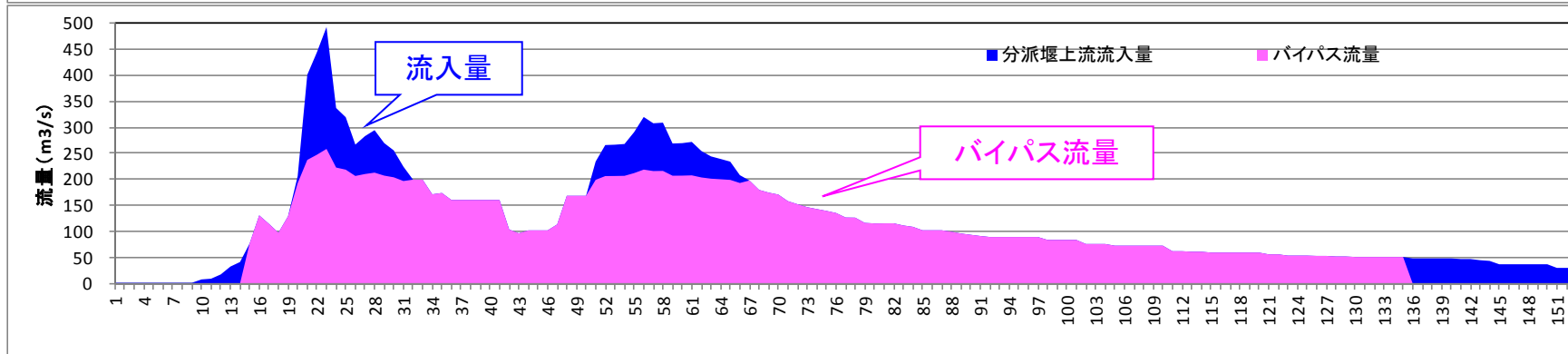
表 検討対象波形

出水名	ピーク流入量	総流入土砂量	土砂量確率
H22.7出水	345.6m ³ /s	約58万m ³	約1/3
S57.8出水	578.8m ³ /s	約124万m ³	約1/13

H22.7
出水



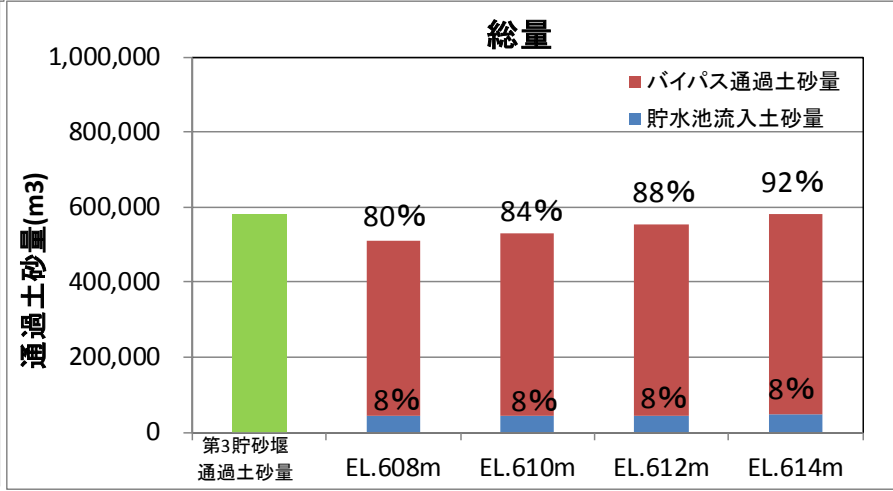
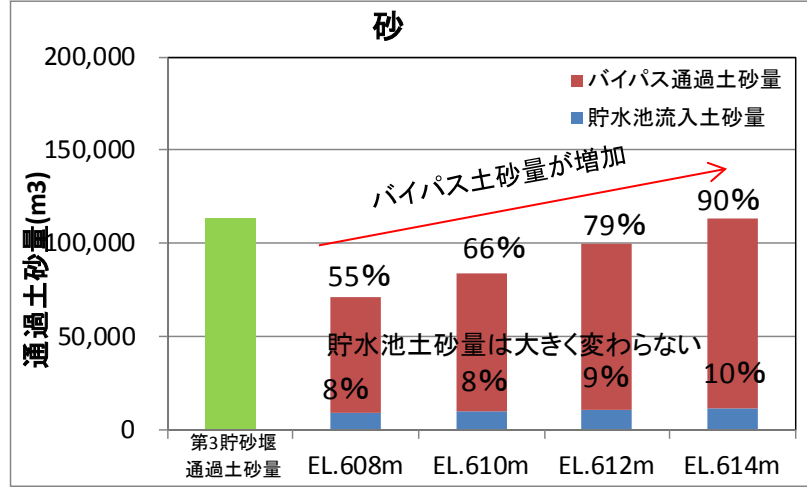
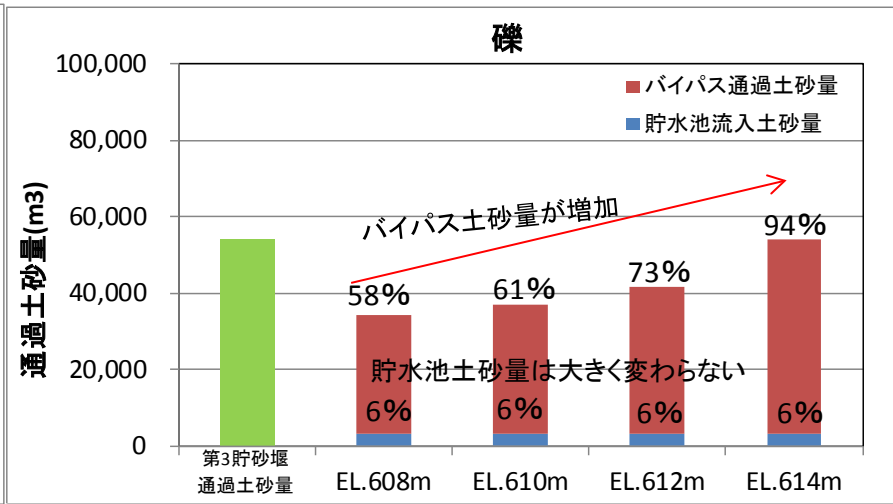
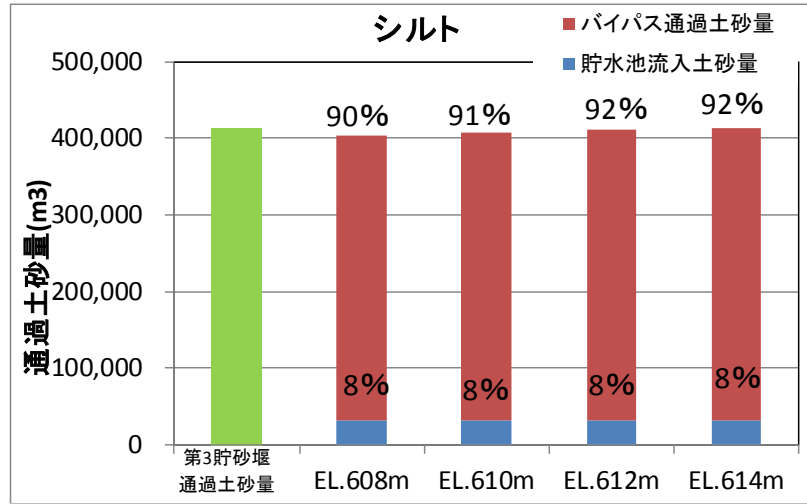
S57.8
出水



対象洪水の流量ハイドログラフ

3) 今後3か年での試験運用方法(案)について

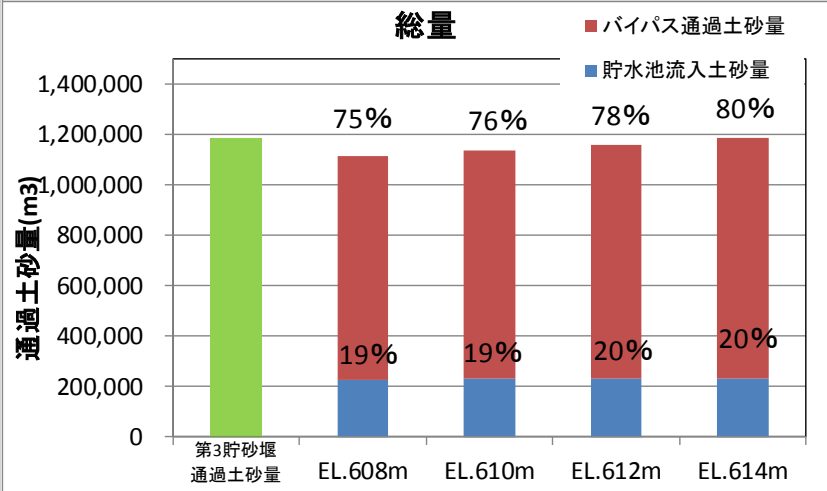
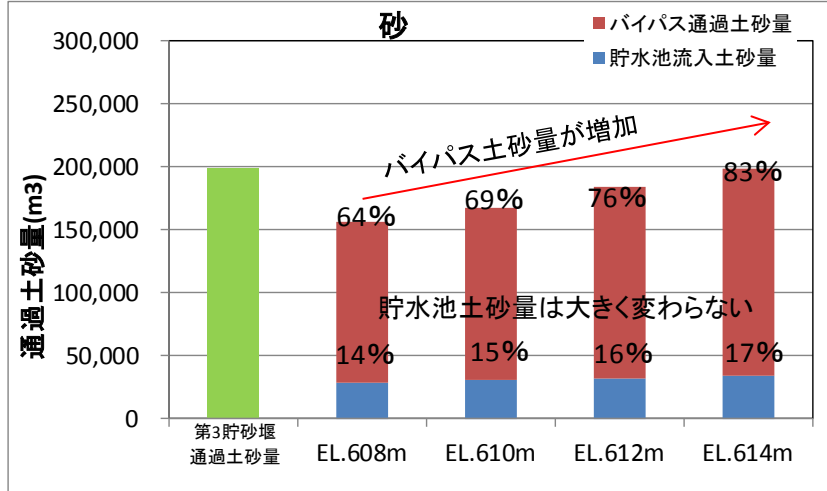
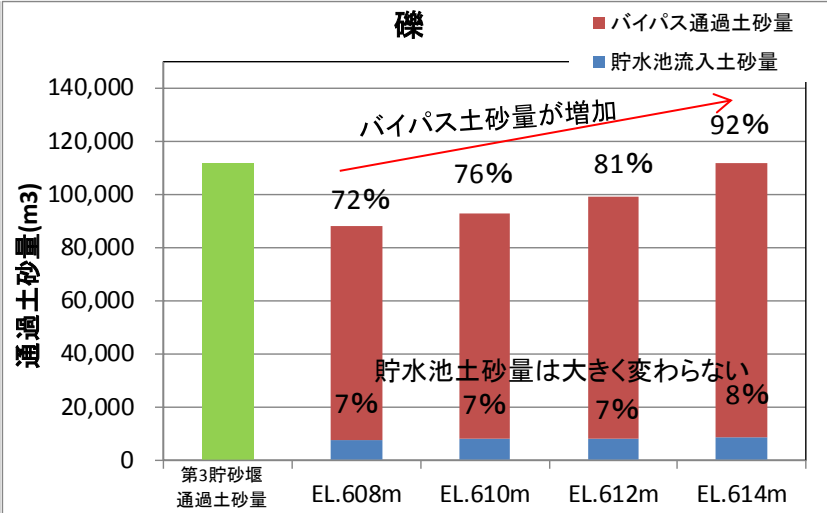
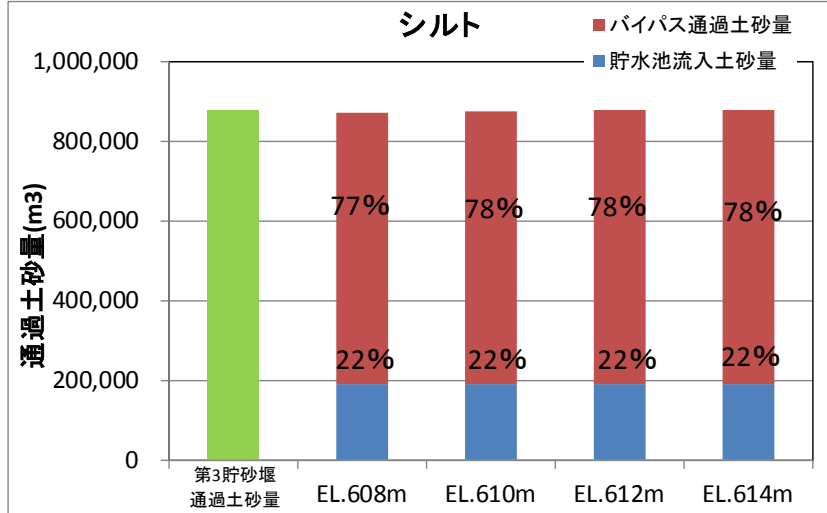
- ・**H22.7出水(中小規模)**を対象に、河床高の違いによる貯水池流入土砂量とバイパス通過土砂量について算定した。
- ・その結果、河床高が高くなるほど砂と礫のバイパス土砂量は増加するが、貯水池流入土砂量に大きな違いは生じない結果となった。



H22.07出水での通過土砂量

3) 今後3か年での試験運用方法(案)について

- ・**S57.8出水(大規模)**を対象に、河床高の違いによる貯水池流入土砂量とバイパス通過土砂量について算定した。
- ・その結果、中小規模洪水と同様に河床高が高くなるほど砂と礫のバイパス土砂量は増加するが、貯水池流入土砂量に大きな違いは生じない結果となった。



S57.08出水での通過土砂量

(2) 環境部会

1) 環境部会でこれまでに報告・議論した内容

・第1回環境部会

開催日時 : 平成25年1月29日

参加者 : 辻本委員長、沖野委員、萱場委員

議論の概要 : 小渋ダム土砂バイパストンネル事業の概要
ダム下流河道のH26～H27環境調査計画案

・第2回環境部会

開催日時 : 平成27年2月27日

参加者 : 辻本委員長、沖野委員、萱場委員、藤田委員

議論の概要 : H26年度調査結果
土砂バイパストンネル運用後の環境変化の予測、等

・第3回環境部会

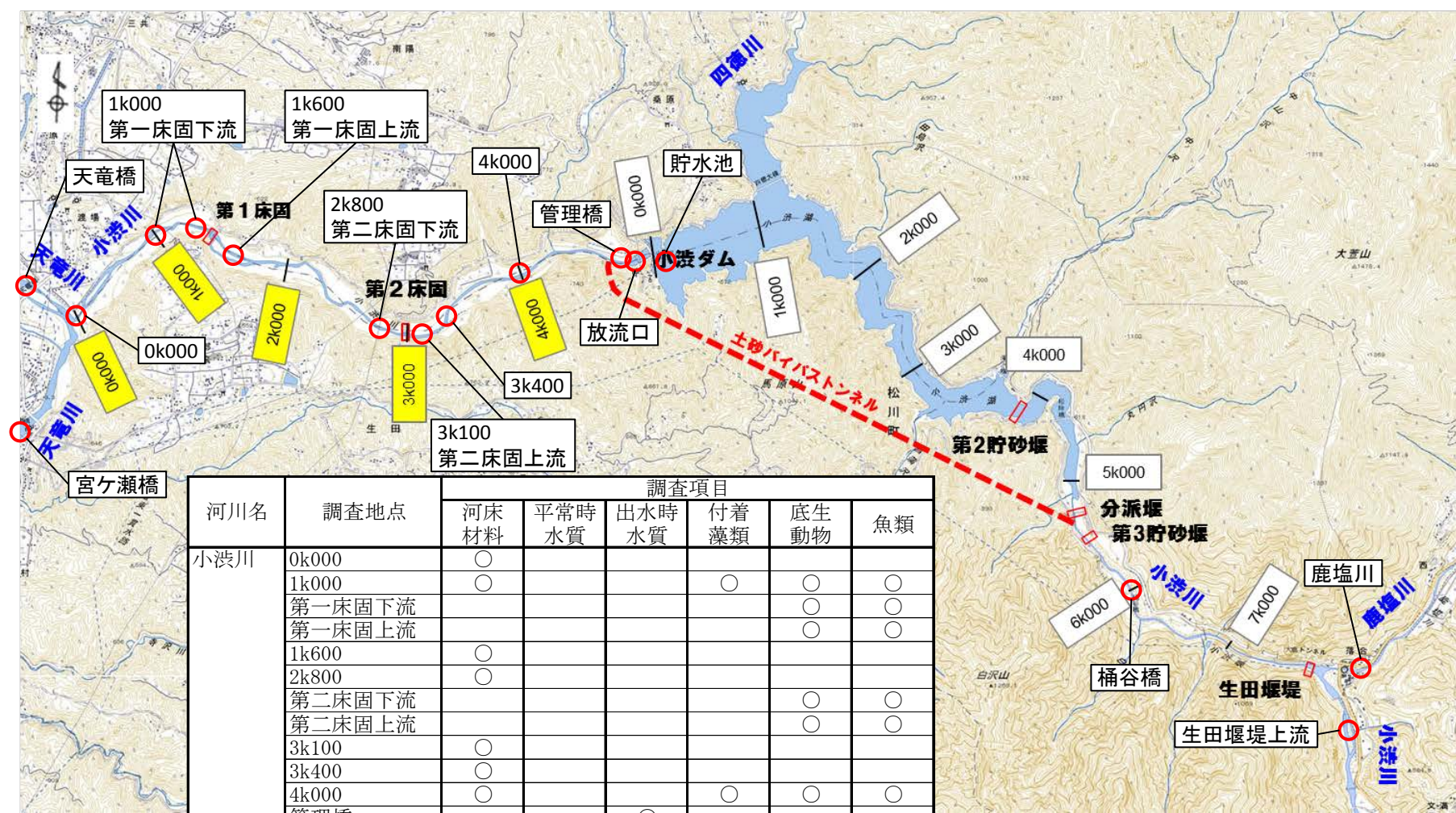
開催日時 : 平成28年2月9日

参加者 : 辻本委員長、沖野委員、萱場委員、藤田委員、溝口委員

議論の概要 : 土砂バイパストンネル運用前の環境の整理
土砂バイパストンネル運用後の環境変化の予測、等

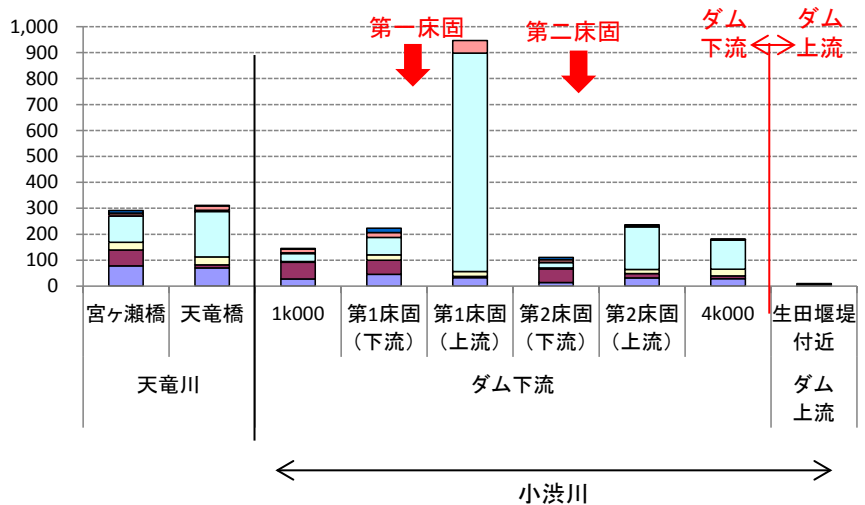
2) 調査地点一覽

H27年環境調査地点図



河川名	調査地点	調査項目					
		河床材料	平常時水質	出水時水質	付着藻類	底生動物	魚類
小渋川	0k000	○					
	1k000	○			○	○	○
	第一床固下流					○	○
	第一床固上流					○	○
	1k600	○				○	○
	2k800	○				○	○
	第二床固下流					○	○
	第二床固上流					○	○
	3k100	○					
	3k400	○					
	4k000	○			○	○	○
	管理橋			○			
	放流口		○				
	貯水池		○				
桶谷橋		○	○				
生田堰堤上流	○			○	○	○	
鹿塩川	鹿塩川	○					
天竜川	天竜橋			○		○	○
	宮ヶ瀬橋			○		○	○

3) 土砂バイパストンネル運用前の環境の整理 (生物環境)

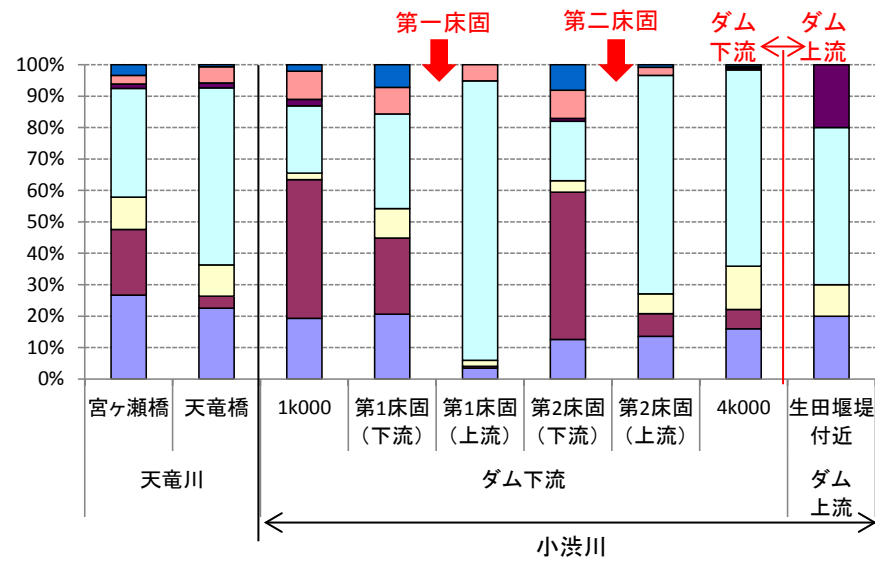


- 不明
- 固着型
- 携巢型
- 造網型
- 遊泳型
- 掘潜型
- 匍匐型

【H27底生動物の縦断確認状況】
 ○ダム下流では、**床固上流の個体数が床固下流や流水区間(1k000, 4k000)より多い(上図)。**
 ○床固上流と下流の割合を比較すると、**上流側には造網型種が優占的であるのに対して、下流側は掘潜型種が優占的であった。(下図)。**

※造網型・携巢型など: 多様な粒径に生息
 ※掘潜型: 砂等細かい粒径の堆積層に生息

生活型別の確認個体数の縦断比較 (H27 秋季)



- 不明
- 固着型
- 携巢型
- 造網型
- 遊泳型
- 掘潜型
- 匍匐型

生活型別の確認個体数割合の縦断比較 (H27 秋季)



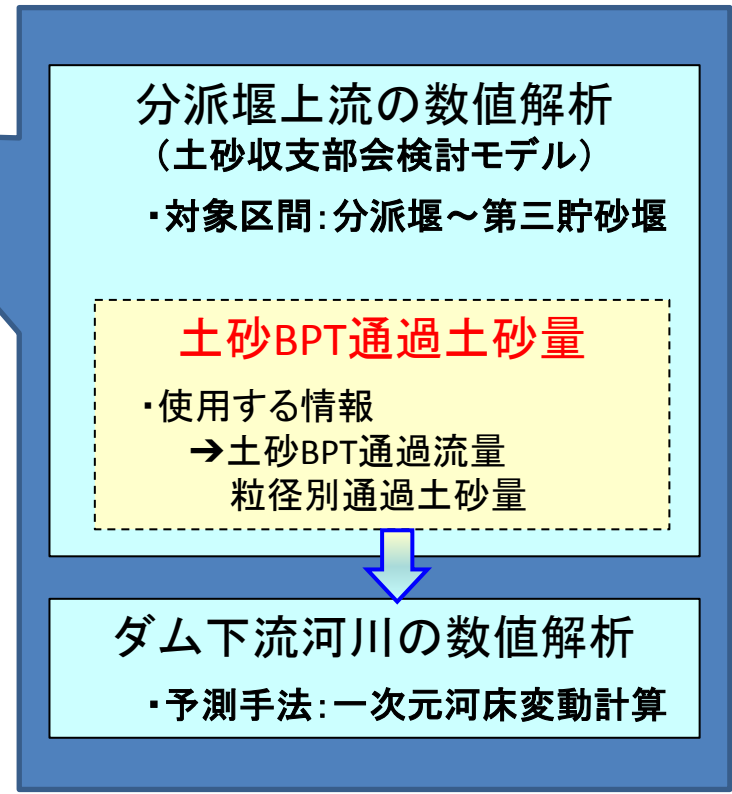
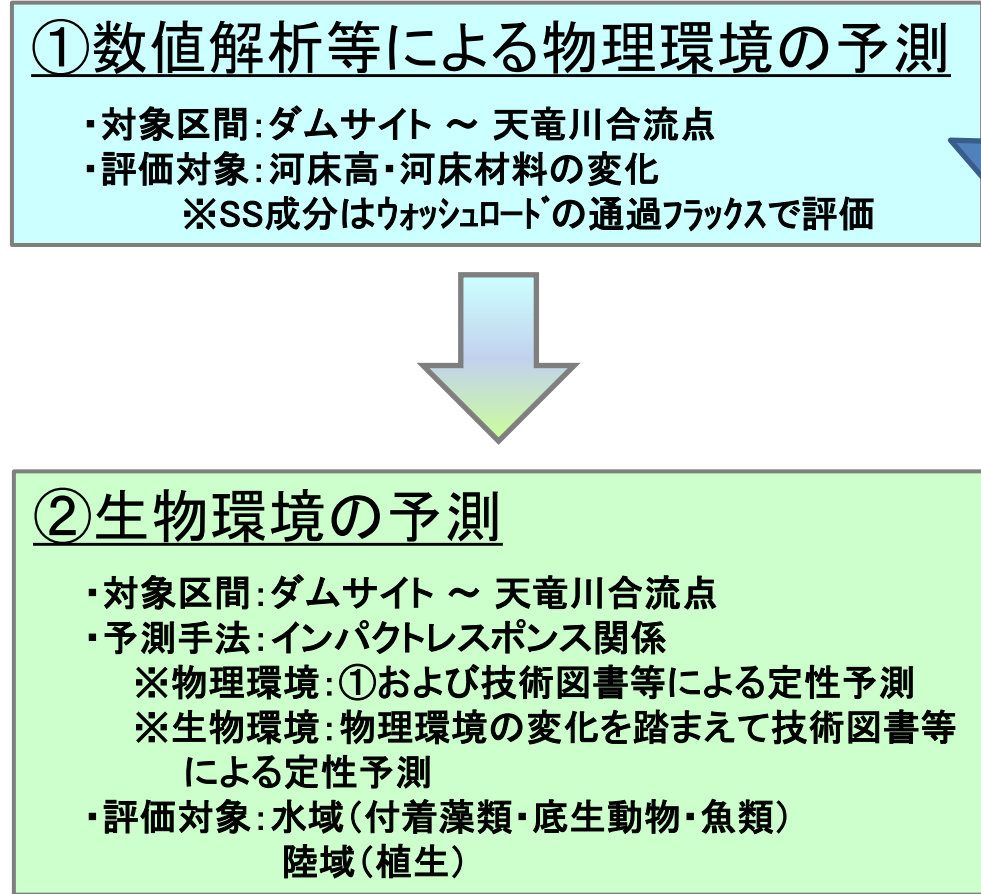
※第1床固下流の河床(底生動物採取地点付近)

4) 土砂バイパストンネル運用前の環境の整理(総括)

H27年度までに実施した環境モニタリング調査の総括

分類		調査項目	事前調査結果の総括
物理環境	河床材料	河床材料粒径	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上下流の流水区間は、20～400mmの礫が主材料。 ・河床材料の構成割合は、若干の変化があるものの一義的な傾向は見られない。
		河床材料面分布	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム下流の表層材料は、主に20～400mmの礫で構成(同上)。 ・表層の砂・小礫(20mm以下)は流水区間では少ないが水際部や床固上流には存在。砂・小礫は相対的に多い。
	水質	SS・水温	<ul style="list-style-type: none"> ・平常時の水質は、ダム放流水>ダム流入水。 ・出水時の水質は、ダム放流水<ダム流入水(ピーク時)。 ・放流水と流入水の水温は季節変動が見られ、春季から秋季にかけて放流水が流入水より若干度高い。
生物環境	付着藻類	藻類量・藻類種	<ul style="list-style-type: none"> ・藻類量(Chl-a)は月変動傾向、H27は10月が最高(110mg/m²)。 ・藻類種は珪藻類(ツメワカレケイソウ)が優占種。 ・糸状緑藻類(アオミドロ)は部分的に確認。
	底生動物	個体数・生息種	<ul style="list-style-type: none"> ・底生動物個体数は床固上流を除きほぼ同等(150個体/m²)。 ・床固上流の優占種は造網型、営巢材料(小礫)の構成割合大。 ・床固下流における底生動物の生活サイクルは1カ月～1年で様々。
	魚類調査	個体数・生息種	<ul style="list-style-type: none"> ・床固をきっかけにして上下流で有意に個体数が変化(150→50→20個体)。 ・底生魚の個体数変化は特に著しい。 ・ダム上下流で生息種が異なる。

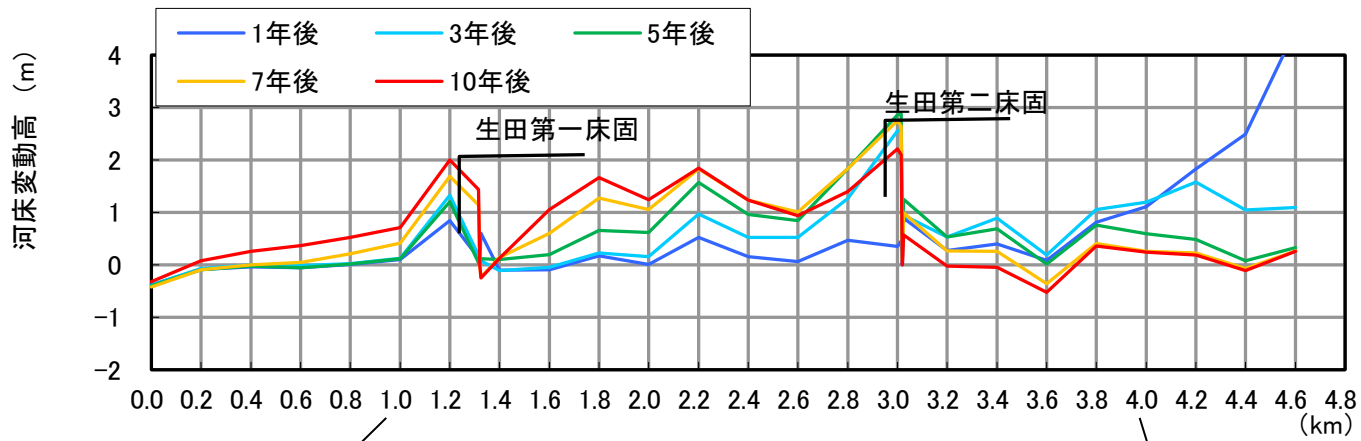
5) 土砂バイパストンネル運用後の環境変化の予測(予測の方法)



環境変化の予測の流れ

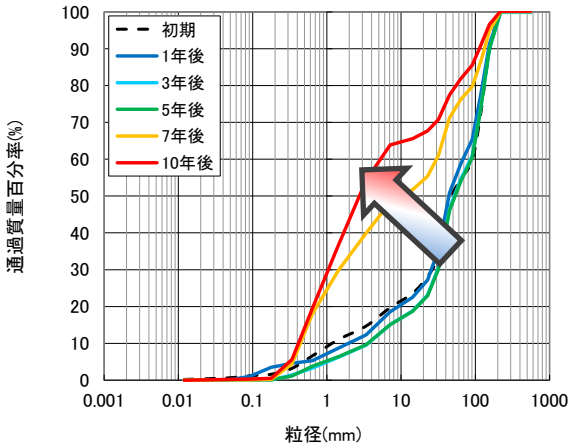
6) 土砂バイパストンネル運用後の環境変化の予測(河床変動計算結果のまとめ)

○大規模出水(S57.9洪水)後に中規模出水(H23.9洪水)が9年(回)繰り返された場合、大規模出水でバイパス直下に貯まった細粒分が、その後の中規模出水で順次下流に移動していく。



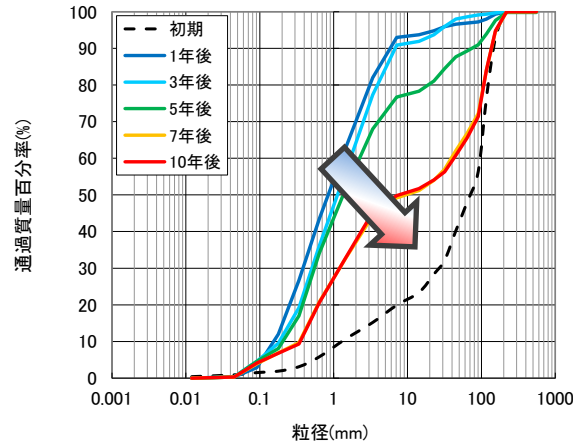
大出水後に小出水が9年(回)繰り返された場合の経年変化

【1.0k】



ゆっくりとした細粒傾向

【4.0k】



細粒傾向の後、ゆっくりと初期河床の粒径構成に近づく

7) 土砂バイパストンネル運用後の環境変化の予測(結果のまとめ)

※床固上流：ダム下流の5km区間のうち上流側
 ※床固下流：同 下流側 または床固直下流

現状(土砂BPT運用前)の環境変化

時点 (インパクト)		物理環境			生物環境		
		河床材料	河床形状	水質	付着藻類	底生動物	魚類
① 出水直 後の 変化	床固 上流	細粒材料が若干減少するが変化は小	低下がみられるものの概ね変化は小 瀬淵の単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流	剥離が促進し藻類が減少	多くが掃流・流下し 個体数が減少 流れの緩やかな場に一部が残存	多くが掃流・流下し 個体数が減少 流れの緩やかな場に一部が残存
	床固 下流	細粒材料が若干減少するが変化は小	概ね変化は小 瀬淵は単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流			
② 中期的 変化	床固 上流	①と同様の状態を維持	①と同様の状態を維持	その後発生する出水に応じて変化	再生長により元の状態に回復傾向 優占種は珪藻類	残存または流下した個体から増加し出水前に漸近 匍匐型・造網型が優占	残存または流下した個体から増加し出水前に近づく 床固上流は遊泳魚、下流は遊泳魚・底生魚が生息を維持
	床固 下流	①と同様の状態を維持	①と同様の状態を維持	その後発生する出水に応じて変化			



将来(土砂BPT運用後)の環境変化

※ある河床変動計算ケースに基づく予測結果

時点 (インパクト)		物理環境			生物環境		
		河床材料	河床高	水質	付着藻類	底生動物	魚類
① 出水直 後の 変化	床固 上流	10mm以下の粒径構成比が増加(90%)	上流側ほど上昇(1~3m)、瀬淵多様化	ピーク時高濃度流下濁水期間若干減少	剥離・土砂埋没し藻類が減少	掃流・土砂埋没、緩流な場の減少により個体数が減少	掃流・流下し個体数が減少
	床固 下流	粒径構成比の変化は小さい	変化は小 瀬淵は単調 床固直下流は上昇(2~3m)	ピーク時高濃度流下濁水期間若干減少	剥離が促進し藻類が減少	掃流により個体数が減少、流れの緩やかな場に一部が残存	掃流・流下し個体数が減少
② 中期的 変化	床固 上流	10mm以下の粒径構成比が減少し初期材料に漸近	低下(1m前後)し初期に漸近 瀬淵は多様な状態	その後発生する出水に応じて変化	(粒径変化により)藻類が回復傾向 優占種は珪藻類	粒径対応種が増加 優占種は出水前に漸近	移動性種早期回復 底生魚の遡上増加 細粒材依存種増加
	床固 下流	10mm以下の粒径構成比がゆっくりと増加(60%)	上流側ほど上昇(0.5~1.5m) 瀬淵は多様な状態	その後発生する出水に応じて変化	再生長、(粒径変化により)藻類量は小 優占種は珪藻類	細粒材料を好適とする種の増加(造網型など) 個体数増加	細粒材依存の移動性底生種の増加

赤字：現状(土砂BPT運用前)と異なる変化を示すと考えられる項目

※①：大規模出水後の環境
 ※②：①後に平均年最大流量程度の出水が繰り返し発生した場合の10年後の環境

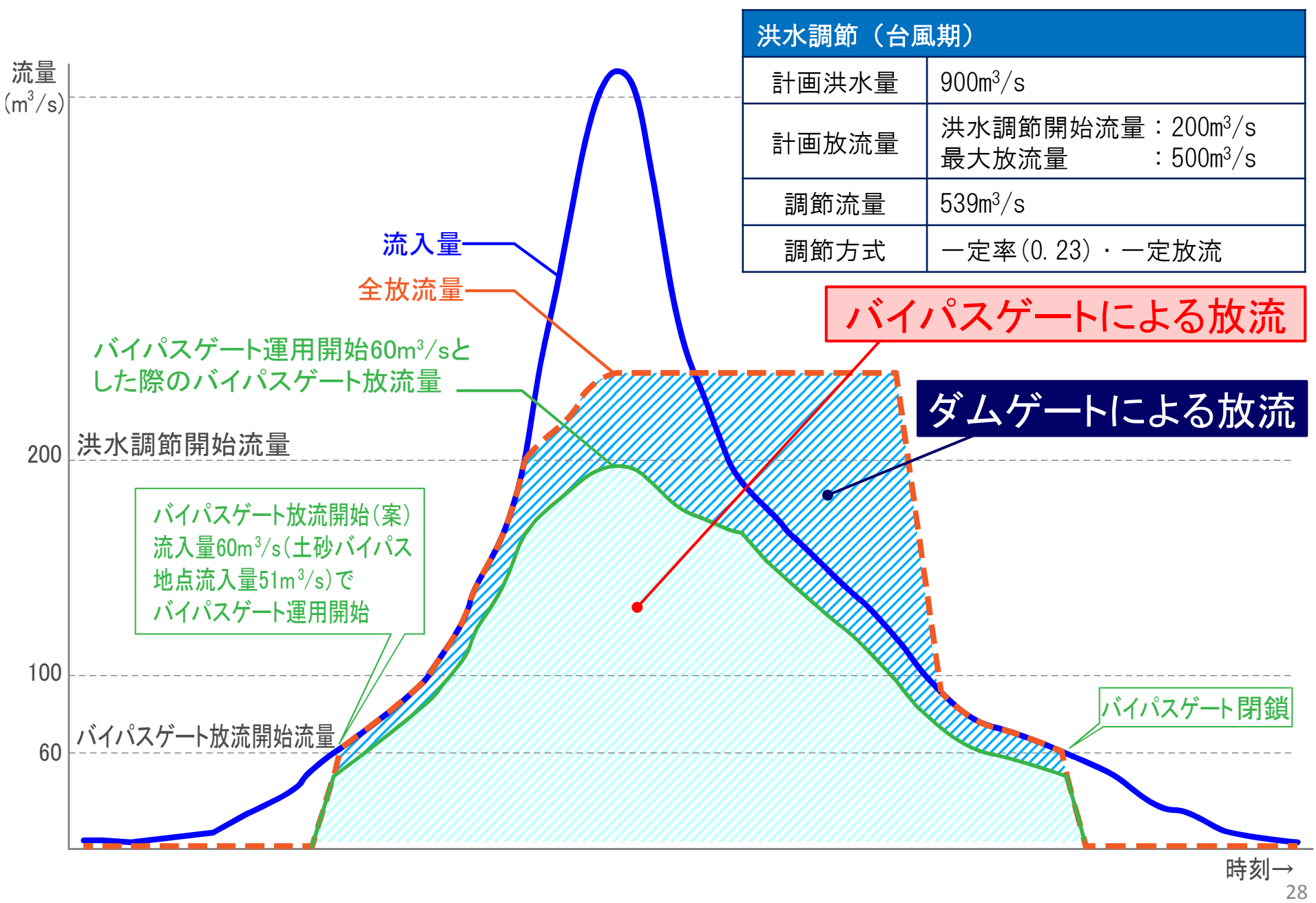
8) 環境部会における指摘事項と対応状況

第3回環境部会における主な指摘事項と今後の対応

項目	主な意見・指摘事項	指摘時期	対応方針	今後の対応予定
床固上下流の調査結果	床固上下流の河床材料粒径構成と生物優占種の関係に課題がある。解決策に向けた調査を行うこと。	第3回環境部会 (H28.2.9)	河床材料調査手法に着目し、面積格子法などの調査を行い、関係を考察する。	第4回環境部会で報告予定
影響予測	生物環境の予測は、物理環境の変化に加えて季節を考慮のうえし、生物の生活史を踏まえて行うこと。	第3回環境部会 (H28.2.9)	物理環境の変化に加えて、季節を考慮し予測を行う。その際対象種は生活史を踏まえて抽出する。	第4回環境部会で報告予定
モニタリング計画	モニタリングの目的を明確にすること。	第3回環境部会 (H28.2.9)	定期調査と出水後調査の位置づけを明確にし、それぞれの目的・方法を示す。	本委員会で報告
	調査地点の抽出にあたり、流量規模に対する河道内の影響範囲をあらかじめ推定しておくこと。	第3回環境部会 (H28.2.9)	水理計算及び踏査を行い、流量毎の冠水範囲を推定する。	第4回環境部会で報告予定

3. 試験運用方法について

2) 土砂バイパスを併用した操作運用方法(案)



1) 試験運用方法(案)について

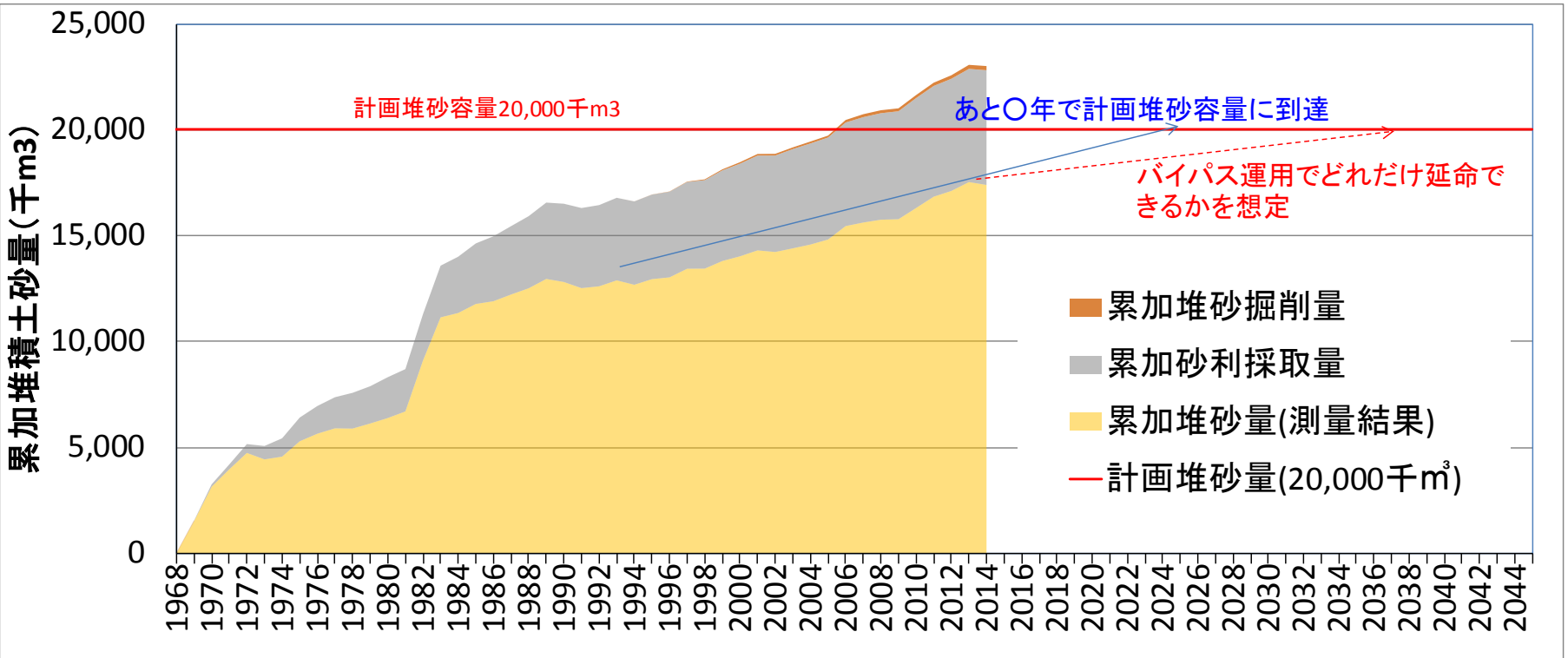
平成28年以降、3か年での試験運用方法

運用項目	運用の方針
バイパス開始及び閉鎖流量	<ul style="list-style-type: none">・出来る限りバイパストンネルで土砂を排砂するように運用 <p>⇒試験運用期間中にデータを取りながら効率的なバイパス運用方法を検討</p> <p>※利水容量を確保し、発電放流に影響のない範囲で運用</p>
分派堰上流河床高	<ul style="list-style-type: none">・維持管理しない自然体の河床高とする <p>⇒試験運用期間中にデータを取りながら管理する河床を検討</p>

4. 事業効果について

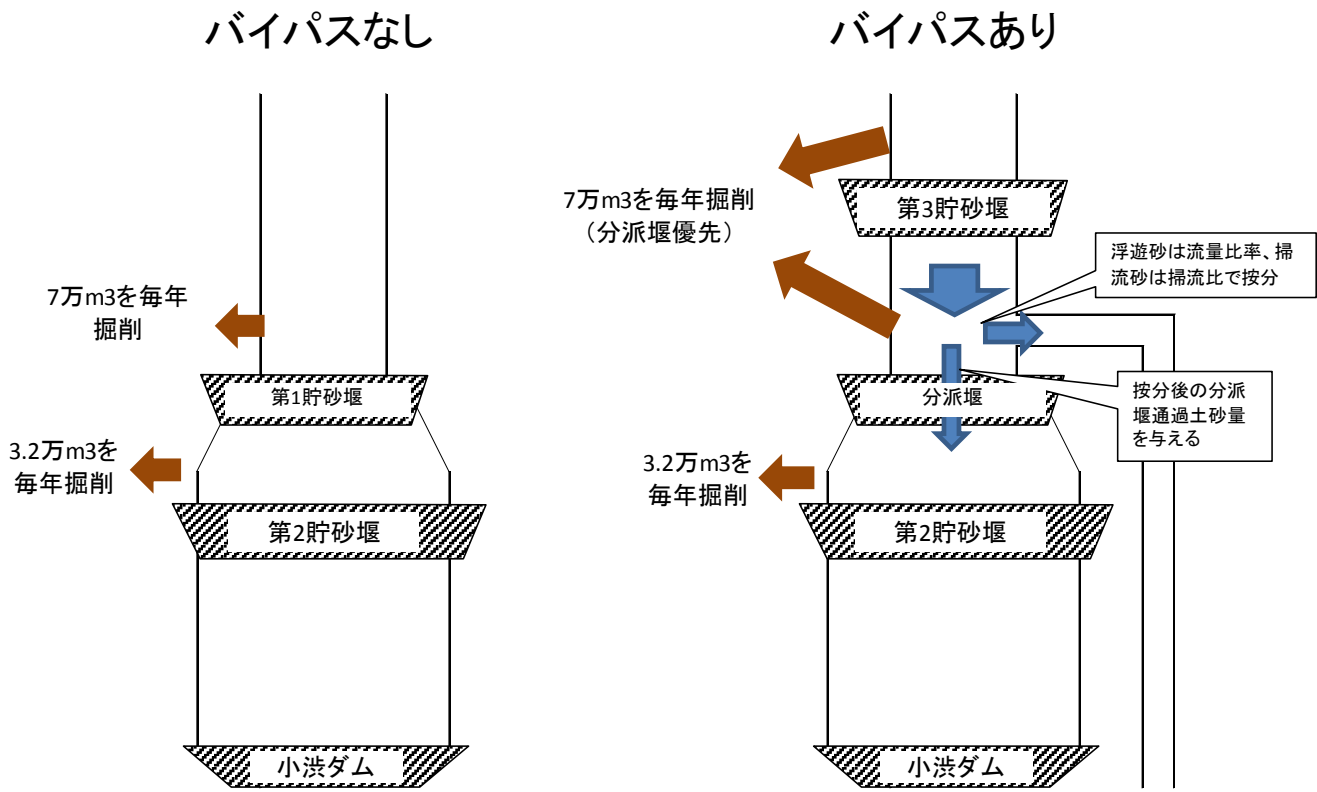
1) 事業効果の検討

- ・2014年時点で、小渋ダムの堆砂率は87%となっており、このまま堆砂が進行すると、あと数年後には堆砂率100%となる。
- ・土砂バイパストンネルによる事業効果(ダム堆砂の延命効果)の検討を行った。

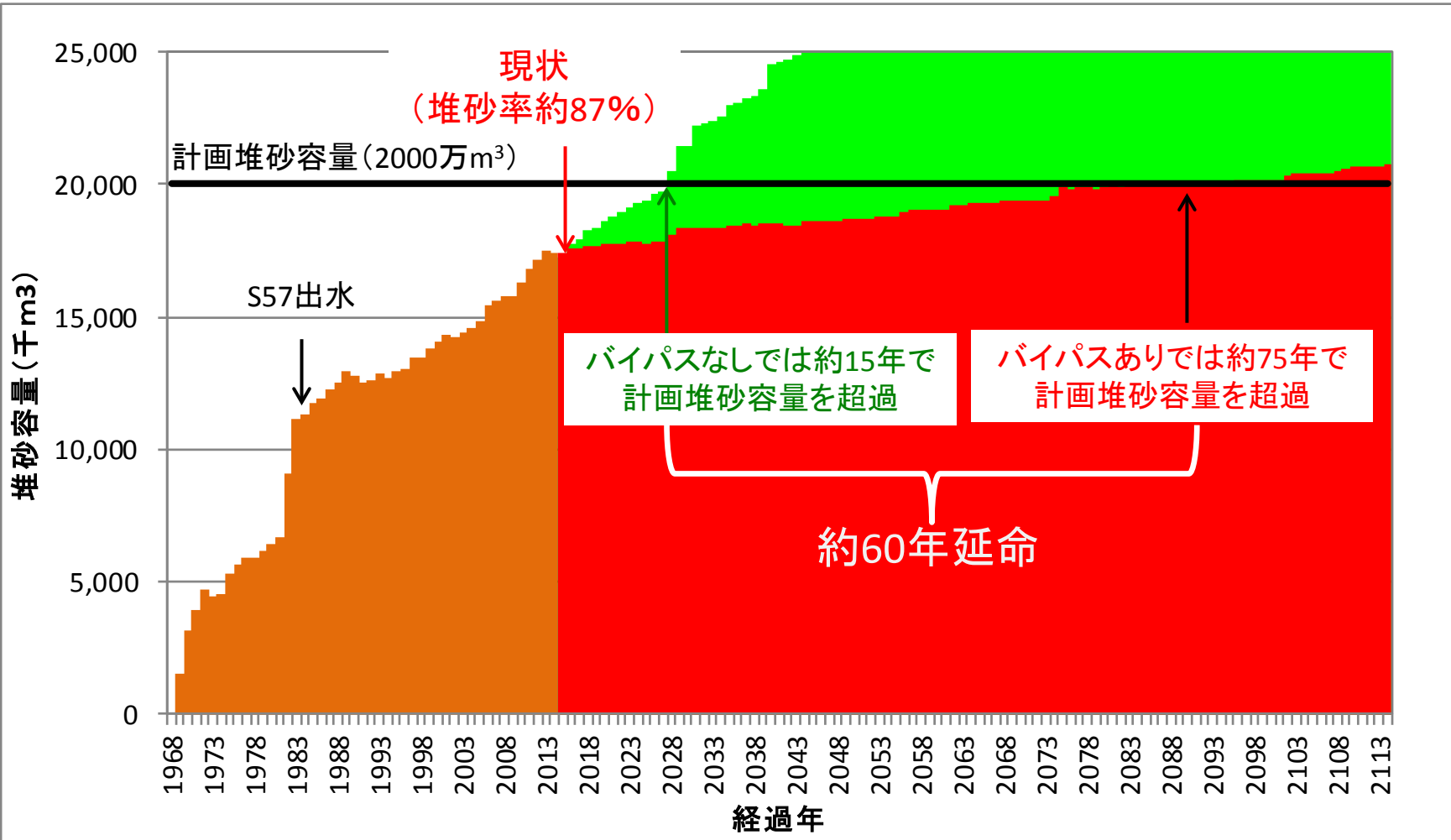


1) 事業効果の検討

項目	条件
流量・水位	S44～H26の実績流量・水位を繰り返し100年
掘削	S44～H26の実績掘削量



1) 事業効果の検討



⇒バイパス運用により約60年延命が可能となる

5. モニタリング調査計画(案)

(1) モニタリングの目的

1) モニタリングの目的

- 土砂バイパストネルの試験運用開始に伴う土砂動態や河川環境の変化等を把握し、その結果を分析して順応的なダム管理(土砂管理)を推進するため、モニタリング
- 最初は、可能な限り土砂バイパストネルを使用して洪水を放流するようダム操作

モニタリングのフロー

施設完成

試験運用

モニタリング

ダム管理に反映

本運用

フォローアップ

モニタリング項目

- ①ゲート等操作性
- ②バイパス機能
＜流量, 土砂＞
- ③環境影響
＜下流河道生態系, 貯水池内水質＞
- ④土砂挙動
＜構造物損傷・摩耗状況, 土砂堆積状況＞

1) モニタリングの目的

○各モニタリング項目の目的及び内容

モニタリング項目	目的	モニタリング内容	部会
①ゲート操作性	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水調節機能の確保 ・開操作・閉操作時の操作性の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・操作運用全般 	モニタリング委員会(土砂収支部会・構造部会)
②バイパスの機能	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂バイパストンネルによる土砂バイパス効果量の把握 ・バイパス機能の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・流入量及びバイパス流量の観測 ・バイパス土砂量の観測 	土砂収支部会
③環境影響	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂バイパストンネルによる環境影響の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・下流河道生態系 ・水質 	環境部会
④土砂挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂バイパストンネルの維持管理 ・分派堰及び第3貯砂堰の土砂堆積状況の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物損傷・摩耗状況 ・土砂堆積状況 	土砂収支部会・構造部会

→モニタリング結果を分析して順応的なダム管理(土砂管理)を推進する

2) モニタリングの目的と調査項目

分類	大目的	モニタリング内容	細目的	調査項目
①ゲート操作性	<ul style="list-style-type: none"> 洪水調節機能の確保 開操作・閉操作時の操作性の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 操作運用全般 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水調節機能の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ダム流入量、放流量の観測 バイパス放流量の観測 (呑口水位計、バイパストンネル水位計)
			<ul style="list-style-type: none"> 開操作・閉操作時の操作性の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート開度 バイパストンネル放流量の観測 (バイパストンネル水位計)
			<ul style="list-style-type: none"> 開閉操作時の障害となる状況の有無を確認 	<ul style="list-style-type: none"> CCTVカメラで観察・記録
②バイパスの機能	<ul style="list-style-type: none"> 土砂バイパストンネルによる土砂バイパス効果量の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 流入量及びバイパス流量の観測 バイパス土砂量の観測 	<ul style="list-style-type: none"> バイパス流量の把握 出水における粒径別通過(堆積)土砂量の把握 土砂バイパストンネルの粒径別通過土砂量の把握 	<ul style="list-style-type: none"> バイパス放流量の観測 (呑口水位計、バイパストンネル水位計) シルト成分の土砂量把握のためのSS採水観測 砂成分の土砂量把握のための採水 礫成分の土砂量把握のための測量 礫成分の土砂量把握のための河床材料調査 礫成分の土砂量把握のためのプレートマイクロフォン
			<ul style="list-style-type: none"> ダムの堆砂状況の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池内の堆砂測量
	<ul style="list-style-type: none"> バイパス機能の確認 		<ul style="list-style-type: none"> 分派堰機能の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 分派堰内の測量 河床状況の観察・記録

2) モニタリングの目的と調査項目

分類	大目的	モニタリング内容	細目的	調査項目
③ 環境影響	・土砂バイパストンネルによる環境影響の把握	・下流河道生態系	<ul style="list-style-type: none"> ・試験運用前後の環境データの比較 ・物理環境の予測結果の検証 ・その他^{注1)} 	<ul style="list-style-type: none"> ・河床形状(河川測量) ・河床材料(粒径^{注1)}・面分布) ・空撮(瀬淵・植生域等の範囲の把握)
		・水質		<ul style="list-style-type: none"> ・付着藻類(採取・分析) ・底生動物(採取・分析) ・魚類(採取) ・陸域植生(重要種目視確認)
④ 土砂挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂バイパストンネルの維持管理 ・分派堰及び第3貯砂堰の土砂堆積状況の把握 	・構造物損傷・摩耗状況	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂による施設構造の損傷状況の把握 ・インバートの補修計画に反映 	<ul style="list-style-type: none"> ・出水中の監視カメラによる観察・記録 ・出水後の巡視による観察・記録 ・トンネルインバートの損傷量の定量把握
		・土砂堆積状況		<ul style="list-style-type: none"> ・バイパス運用に伴う土砂堆積状況の変化を把握

注1) 環境部会は定期調査を基本として実施。発生した出水により物理環境変化が顕著な場合において、現象把握を目的とした調査を追加的に実施。

注2) 土砂収支部会においては面採取法を活用。環境部会では表層材料のデータを確保するため、あわせて面積格子法を実施。

3) 段階ごとのモニタリング調査の目的と方針

段階ごとのモニタリング調査の目的と方針

	土砂BPT運用前 H26～H27年度	現在	土砂BPT試験運用 H28～H30年度	土砂BPT運用 H31年度～
土砂BP 運用方法	試験運用期間中の運用方法 (暫定)策定 <small>(可能な限り土砂BPを使用した洪水時放流)</small>		運用方法(暫定)の検証 → 運用方法の策定	運用開始 → 必要に応じて見直し
環境影響 <small>(下流河道生態系・貯水池内水質)</small>	環境変化の予測 (仮説)		予測(仮説)の検証 → 予測	予測の検証 → 必要に応じて見直し
物理環境 及び 生物環境 調査	土砂BPT運用前 (ノーインパクト)の状況把握		土砂BPT運用 (インパクト)後の状況把握	水辺の国勢調査をベースに 土砂BPT運用(インパクト)中の 状況把握

※土砂BPTの運用方法は、環境影響のほか、ゲート等操作性、バイパス機能(流量・土砂)、土砂挙動(構造物損傷・摩耗状況、土砂堆積状況)から検討し策定する(第1回モニタリング委員会資料3-P27参照)

(2) モニタリングの内容

① 土砂収支(土砂水理)把握のためのモニタリング調査

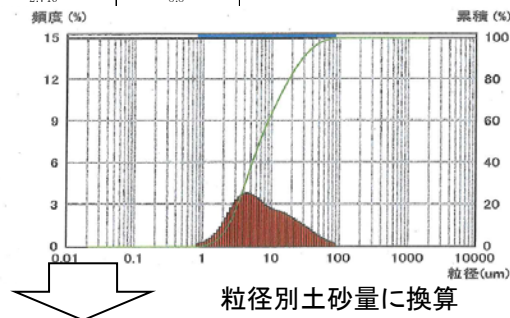
1) 採水調査による出水時の流下シルト(SS)の把握

調査目的	0.075mm以下のシルト成分の土砂量算定ための観測 SSと粒度分布及び浮遊砂密度データを取得することを目的に実施
調査手法	SS観測は採水による観測とし、採水方法についてはバケツにより採水し2L採水ビンに入れて分析機関に搬入 流量についてはQ-Qsの関係整理のため分派堰地点流量を参考にする
調査地点	簡易索道、管理橋、松除橋、桶谷橋
調査頻度	SS観測は出水中の観測を前提に、バイパストンネルを運用する可能性がある時から、1回/時間を基本に実施
土砂量換算方法	① 総土砂量(m³)=流量(m³/s) × SS(g/m³) ÷ (浮遊砂密度(g/cm³) × 10⁶) ② 土砂量に対し、粒度分布測定結果の粒度割合により粒径別の土砂量に換算

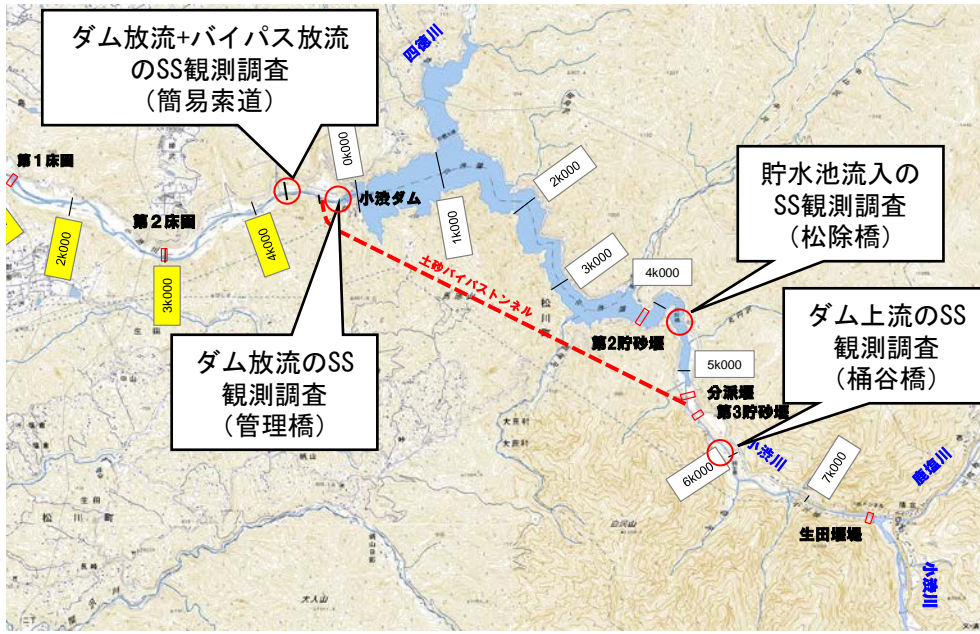
SS観測結果

試料名	SS (mg/L)	浮遊砂密度 (g/cm³)	浮遊砂粒度分布(D50) (μm)
①桶谷橋 第1回 2015/7/1 13:00	26000	2.739	9.7
①桶谷橋 第2回 2015/7/1 14:00	17000	2.745	7.9
①桶谷橋 第3回 2015/7/1 15:00	16000	2.717	12
①桶谷橋 第4回 2015/7/1 16:00	7800	2.736	8.5
①桶谷橋 第5回 2015/7/1 17:00	7800	2.746	8.8
①桶谷橋 第6回 2015/7/1 18:00	5300		
①桶谷橋 第7回 2015/7/1 19:00	3600		
①桶谷橋 第8回 2015/7/1 21:00	2400		
①桶谷橋 第9回 2015/7/2 9:00	960		
①桶谷橋 第10回 2015/7/3 9:00	2700		
①桶谷橋 第11回 2015/7/6 9:00	230		

粒度分布測定結果



粒径別土砂量に換算

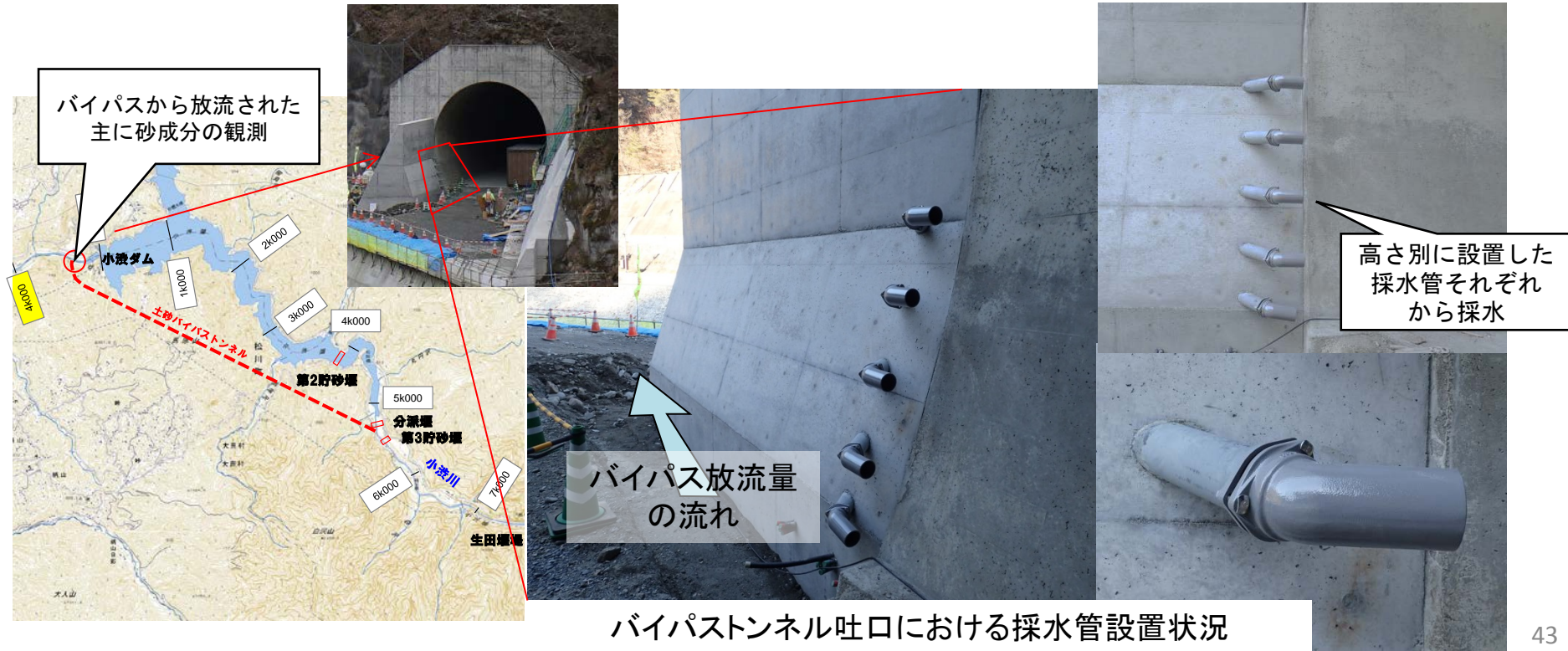


		桶屋橋					
		2015/7/1 13:00:00	2015/7/1 14:00:00	2015/7/1 15:00:00	2015/7/1 16:00:00	2015/7/1 17:00:00	2015/7/1 18:00:00
ダム流入量(m³/s)		87.1	196.5	212.8	173.7	127.6	118.3
流入土砂量 (m³/hr)	0.015mm	1734.29	2906.34	2408.60	1123.64	829.53	504.55
	0.075mm	948.71	1381.32	1788.18	641.24	443.59	302.21
	0.106mm	81.27	59.58	133.56	17.83	20.48	10.46
	0.25mm	128.30	33.73	165.60	0	10.70	0
	0.425mm	57.45	0	16.24	0	0	0
	0.85mm	26.79	0	0	0	0	0
	2mm	0	0	0	0	0	0

シルト成分の土砂量観測のためのSS観測調査地点

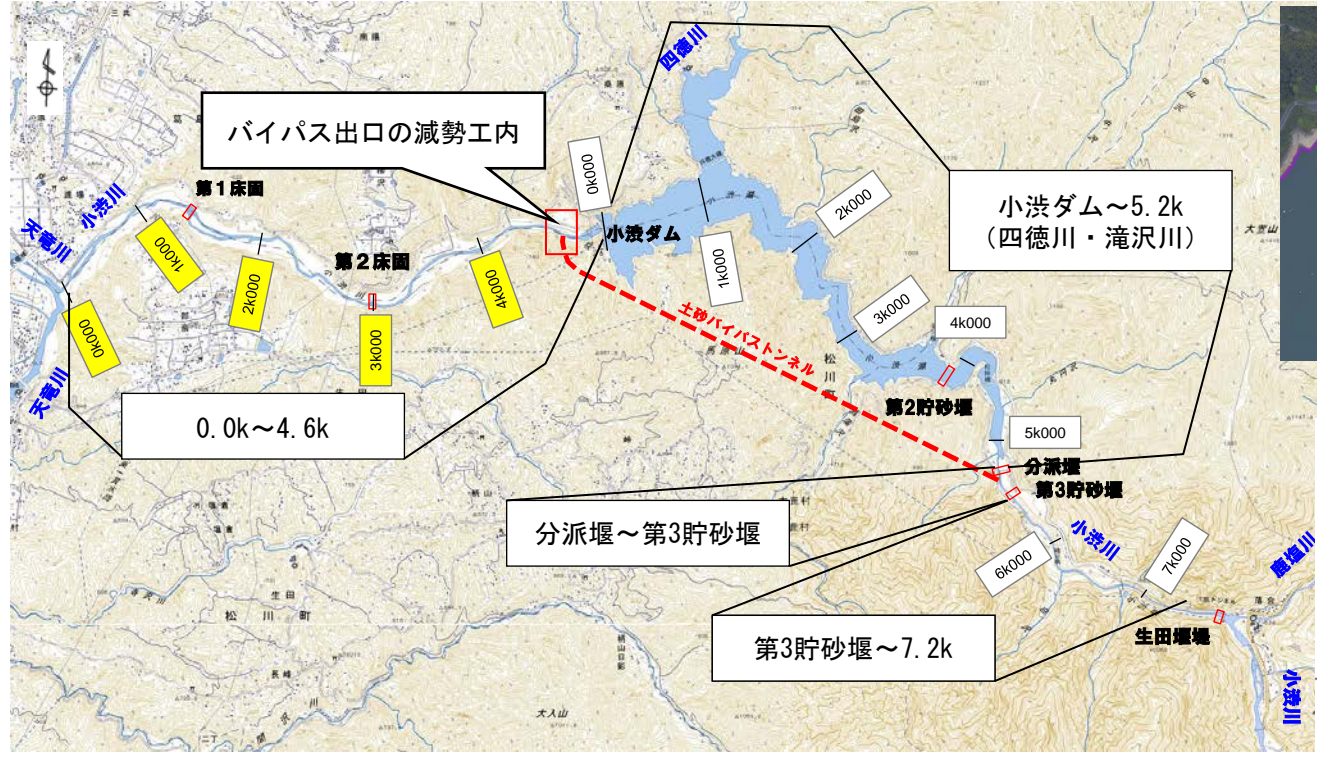
2) 採水調査による出水時の流下浮遊砂の把握(バイパストネル吐口)

調査目的	0.075mm～2.0mmの砂成分の土砂量算定ための観測 SSと粒度分布及び浮遊砂密度データを取得することを目的に実施 (採水された0.075mm以下のシルト及び2.0mm以上の礫についても砂と同様に調査)
調査手法	採水による観測とし、高さ別の採水管口から採取する流水をポリバケツ等に採取し、ポリバケツを攪乱しながら2L採水ビンに入れて分析機関に搬入 流量についてはQ-Qsの関係整理のためバイパス流量を参考にする
調査地点	バイパストネル吐口
調査頻度	採水は出水中の観測を前提に、バイパストネル運用中の1回/時間を基本に実施
土砂量換算方法	① 総土砂量(m ³)=流量(m ³ /s) × SS(g/m ³) ÷ (浮遊砂密度(g/cm ³) × 10 ⁶) ② 土砂量に対し、粒度分布測定結果の粒度割合により粒径別の土砂量に換算

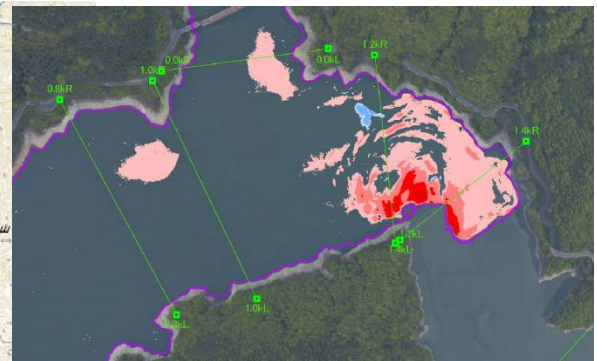


3) 測量による出水時流下土砂(礫)の把握

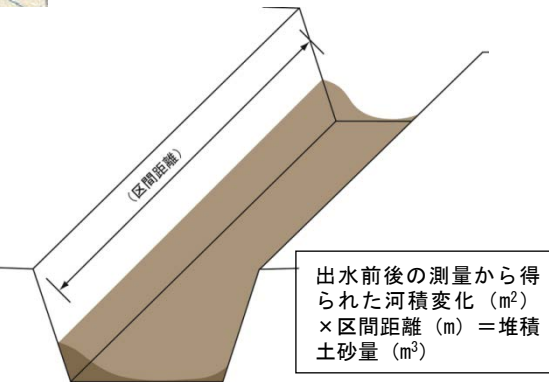
調査目的	2.0mm以上の礫成分の土砂量算定ための測量
調査手法	測量手法は、陸上の場合にはレーザー測量、水中の場合にはナローマルチ測量とし、精度は1m ² に1点以上とする
調査地点	小渋川0.0k~4.6k、バイパス出口減勢工、小渋ダム~7.2k
調査頻度	調査時期は出水期後の1回とするが、大規模出水が発生した場合や出水期前に大きな土砂移動があった場合は追加で実施
土砂量換算方法	測量により算出した堆積量を、次頁の河床材料調査結果による粒径比率に按分することにより、粒径別の土砂量を算定



礫成分の土砂量観測のための測量調査地点



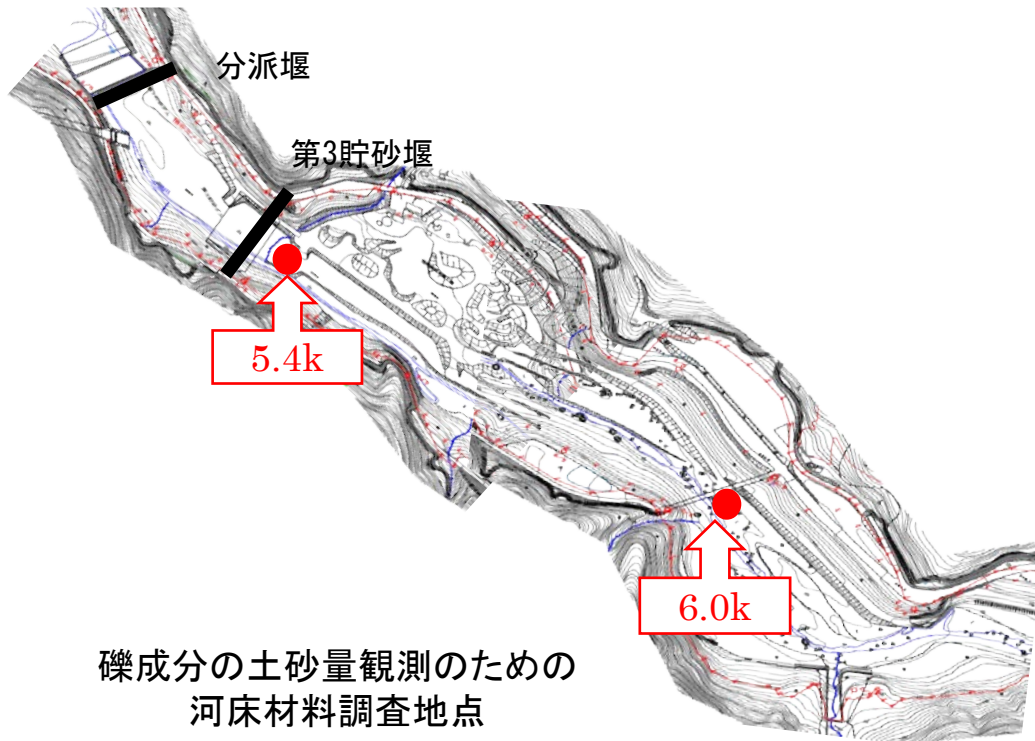
レーザー測量の例



河川測量の例

4) 河床材料調査による出水時流下土砂(礫)の粒径比率の把握

調査目的	2.0mm以上の礫成分の土砂量算定ための河床材料調査
調査手法	河床材料調査は容積サンプリング法(表層・下層) ただし、大規模出水等により大幅な堆砂が見込まれた場合には、堆積層を考慮したボーリング調査を実施
調査地点	小渋川5.4k、6.0k
調査頻度	調査時期は出水期後の1回とするが、大規模出水が発生した場合や出水期前に大きな土砂移動があった場合には追加で実施 砂利採取中に洪水があった場合は洪水前の状態を調査し、採取地点の再検討を行うものとする
土砂量換算方法	前頁の測量により算出した堆積量を、河床材料調査結果による粒径比率に按分することにより、粒径別の土砂量を算定



粒径別の土砂量算定

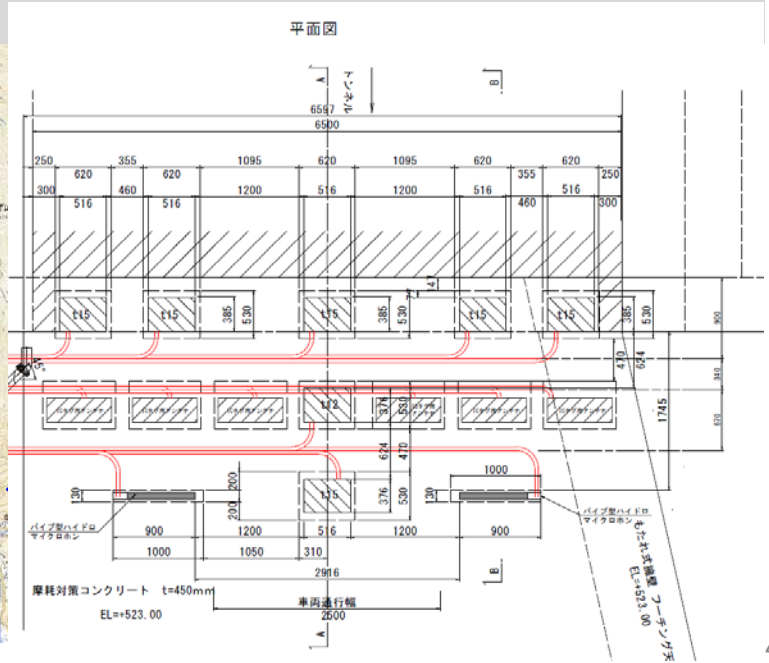
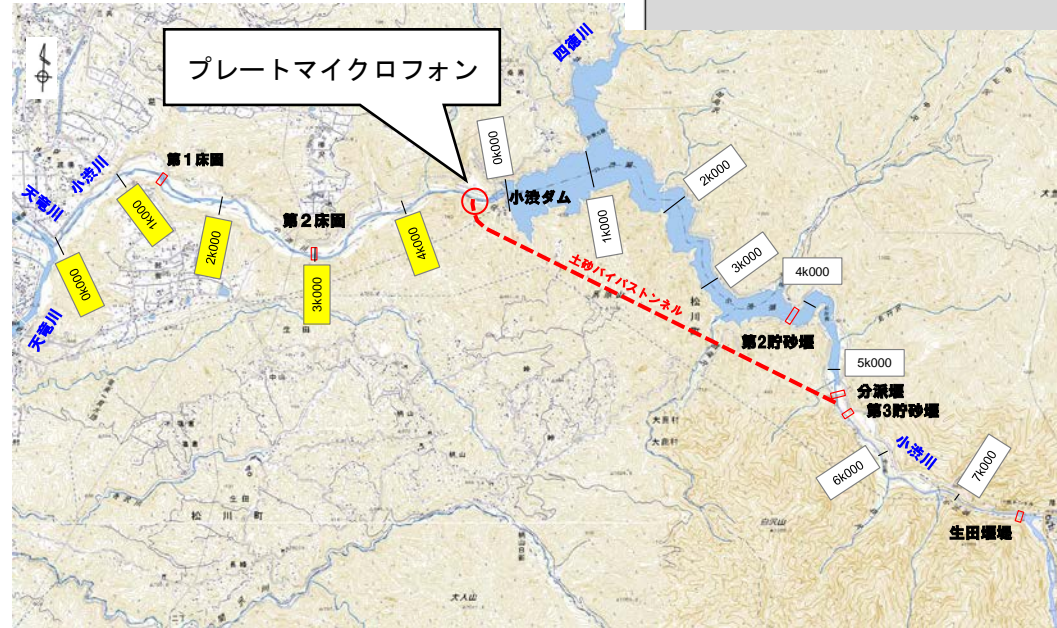
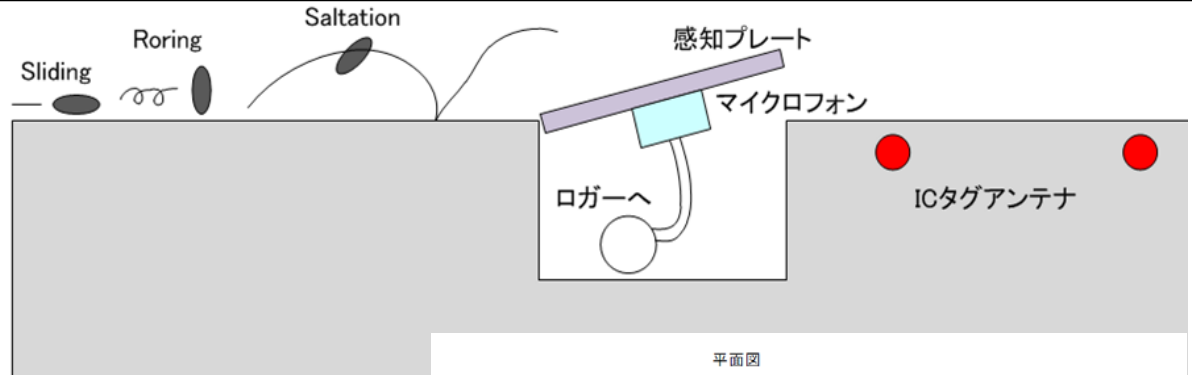
粒径区分	5.6k	
	堆積量(m3)	64628.5
粒径(mm)	粒度割合(%)	粒径別土砂量(m3)
512~	0.00	0.0
431~512	0.00	0.0
362~431	0.00	0.0
256~362	0.00	0.0
181~256	5.32	3438.2
128~181	9.76	6307.7
106~128	12.79	8266.0
75~106	10.55	6818.3
53~75	8.33	5383.6
37~53	5.73	3703.2
26.5~37	12.94	8362.9
19.0~26.5	8.79	5680.8
9.5~19.0	9.84	6359.4
4.75~9.5	8.89	5745.5
2.00~4.75	5.02	3244.4
0.85~2.00	1.19	769.1
0.425~0.85	0.59	381.3
0.25~0.425	0.14	90.5
0.106~0.25	0.12	77.6
0.075~0.106	0.00	0.0
0.015~0.075	0.00	0.0
~0.015	0.00	0.0

← 河川測量より

河床材料調査より

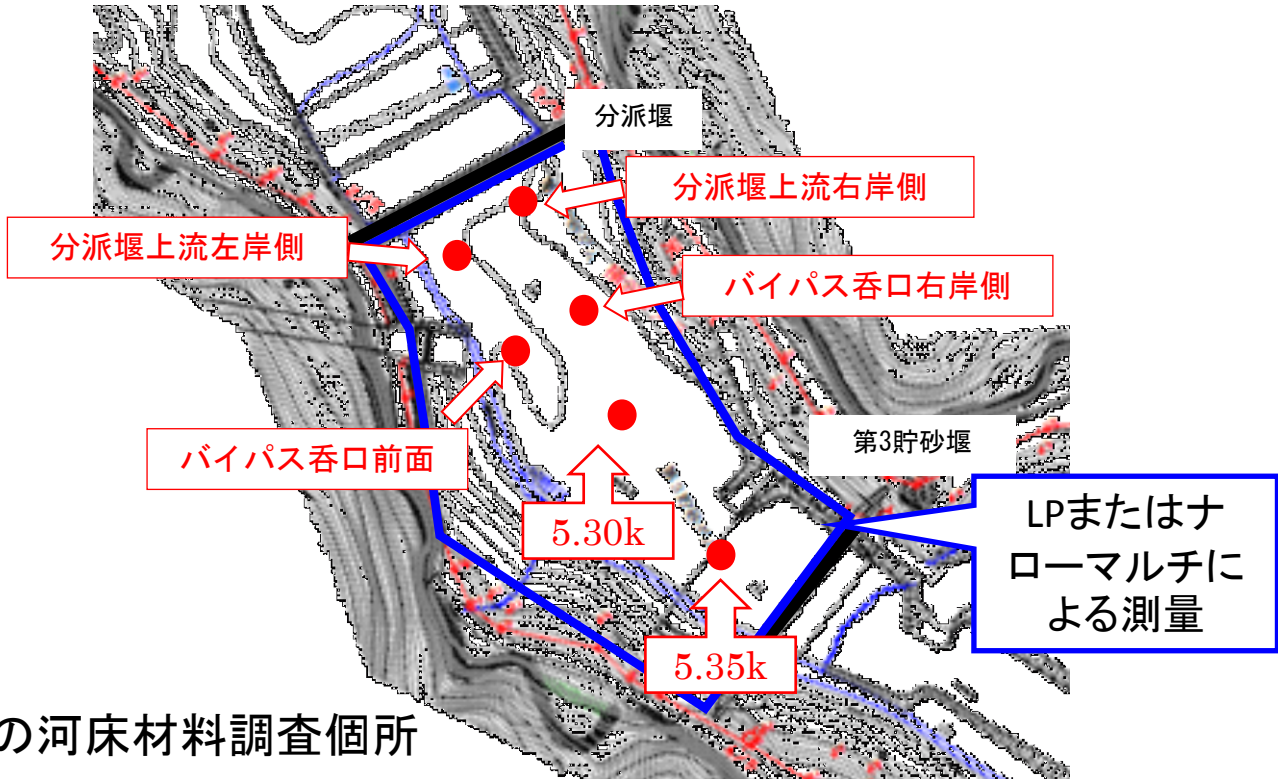
5) プレートマイクロフォンによるバイパス通過土砂量の把握

調査目的	2.0mm以上の礫成分の土砂量算定ためのプレートマイクロフォンによる観測
調査手法	バイパスを通過した土砂が発信する信号データをHDD等に記録
調査地点	バイパストンネル吐口
調査頻度	土砂バイパストンネル運用中は常時データを取得
土砂量換算方法	プレートマイクロフォンにより感知された信号により土砂量を算定



6) 分派堰から第3貯砂堰の土砂分派状況の実態把握

調査目的	分派堰上流の土砂分派状況の実態把握のための測量と河床材料調査
調査手法	測量は河床が満砂状態の場合はLP計測、貯水池状態の場合はナローマルチによる計測 河床材料調査は河床が満砂状態の場合は容積サンプリング(表層・下層)、貯水池状態の場合は堆積厚相当(または0.5m分)の水中ボーリングによるサンプリング
調査地点	分派堰～第3貯砂堰
調査頻度	調査は試験運用期間中とし、出水期前の初期状態及びバイパス運用時の全ての出水後を対象とする
土砂量換算方法	測量により算出した堆積量を河床材料調査結果による粒径比率に按分することにより、粒径別の土砂量を算定



分派堰～第3貯砂堰の河床材料調査箇所

7) 観測結果を基にした各成分の土砂量算定方法

観測結果を基にした各土砂成分の土砂量算定方法は以下の通りである。

<p>シルト分 (~0.075mm)</p>	<p>0.075mm以下のシルト成分の土砂量は、SS観測結果と粒度分布及び浮遊砂密度データからQ-Qs式を作成し、土砂量を算出する。</p>
<p>砂分 (0.075mm~2.0mm)</p>	<p>0.075mm~2mmの砂分の土砂量は、直接観測により把握することが望ましいが、10mを超えるような流速で流れてくるバイパスでは全量を観測することは困難である。このため、当面はバイパス出口での観測結果を検証データとし、一次元河床変動計算により観測結果と計算結果を比較したうえで土砂量を算出する。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[上流端流入土砂量を過去の小渋ダム堆砂状況を再現したLQ式とした一次元河床変動計算モデルを構築] --> B[出水時の水文量(流量・水位)に対する河床変動計算の実施] B --> C[計算結果の砂成分の粒度構成がバイパス出口で採水した観測結果の粒度構成と概ね一致するか(検証)] C -- NO --> D[LQ式の見直し] D --> B C -- YES --> E[砂分の土砂量として設定] </pre> </div>
<p>礫分 (2.0mm~)</p>	<p>2mm以上の礫分の土砂量は、洪水後の測量と河床材料調査により土砂量を算出することを基本とする。ただし、一次元河床変動計算により、洪水前後の河床形状が反映できていることを確認し、計算での変動量と実績堆砂量の比較により土砂量を算出する。</p>

(2) モニタリングの内容

② 施設構造検証のためのモニタリング調査

1) バイパス運用時の構造物の状況の把握

調査目的	バイパス運用時の構造物の状況の把握
調査手法	構造物周りに設置されているCCTVカメラにより監視するとともに録画する
調査地点	呑口部(流木ハネ、ゲートまわり)、トンネル部、吐口部
調査頻度	バイパス運用中すべての期間
主な確認事項	<ul style="list-style-type: none"> ①呑口部・・・流木ハネやゲート戸溝での塵芥の捕捉、ゲートによる礫の噛み込み等 ②トンネル部・・・放流水脈の乱れ ③吐口部・・・減勢機能、対岸への這い上がり

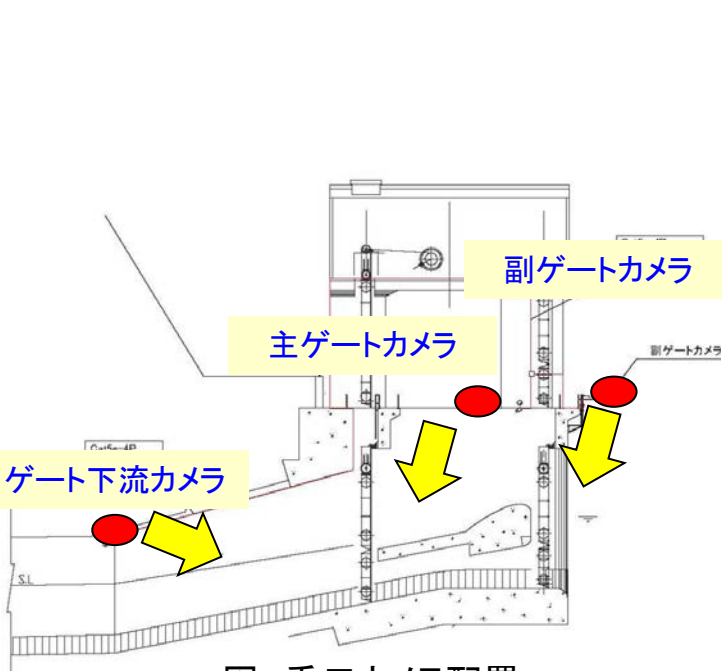


図 呑口カメラ配置

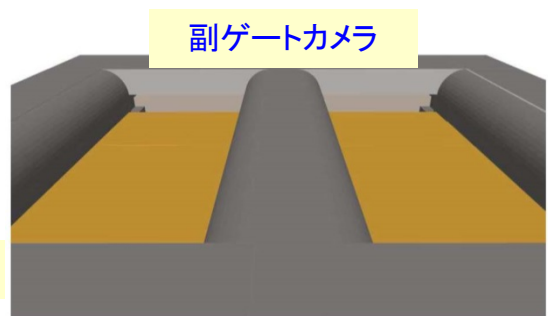


図 呑口カメラ映像イメージ



図 吐口カメラ配置

2) 巡視による呑口部の損傷状況の把握

調査目的	呑口構造物の損傷状況を把握するための観測
調査手法	出水後に巡視を行い、写真、スケッチ、チェックリストに記録する
調査地点	流木ハネ、放流設備ライニング、ゲートまわり
調査頻度	バイパス運用の都度
主な確認事項	<ul style="list-style-type: none"> ①流木ハネ・・・流木捕捉状況、中間補助杭の破断の有無 ②放流設備ライニング・・・ラバーsteelの損傷・欠損状況 ③ゲート回り・・・戸溝・戸当たりの損傷、土砂・塵芥の捕捉状況、ゲートリップの損傷

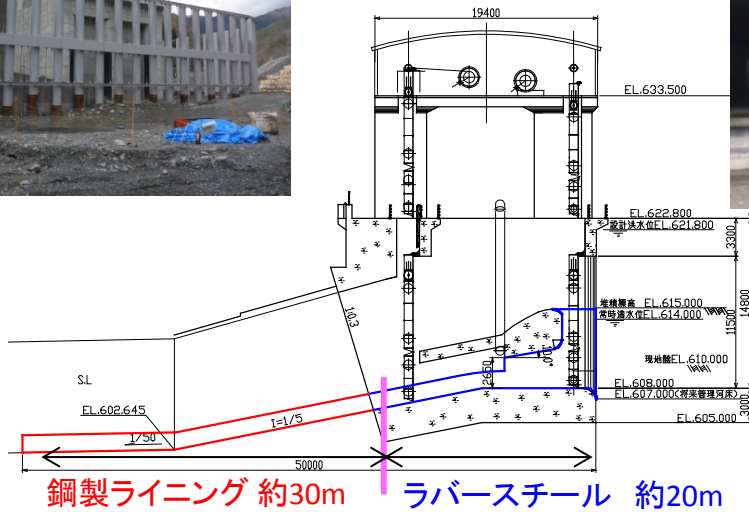
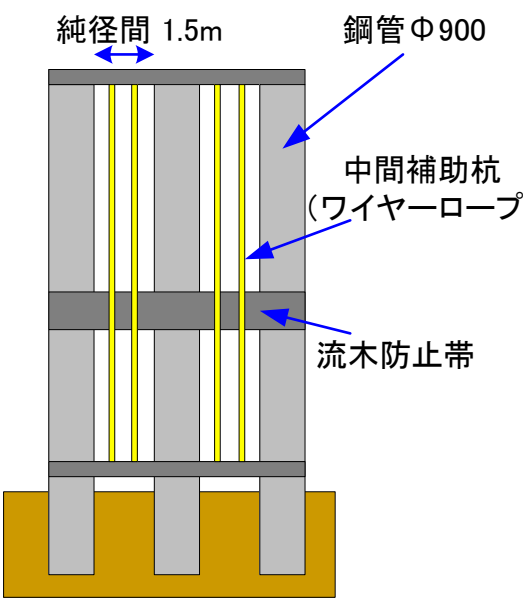


図 流木ハネ概要図

図 放流設備ライニング概要

3) 巡視によるトンネル部の損傷状況の把握

調査目的	トンネルインバートの空間的な損傷状況の把握
調査手法	<ul style="list-style-type: none"> ・200mピッチ(わん曲部は100m)でペンキの帯を設置し、ペンキのはがれ状況を写真、スケッチにより記録する ・局所的な損傷や土砂・塵芥の残置が確認された場合には、その都度写真、スケッチにより記録する <p>※ペンキがはがれた場合には再塗布する(履歴管理を行う) ※通常のダム点検として非洪水期に出水前調査を行う</p>
調査地点	トンネル区間 約4km
調査頻度	バイパス運用の都度
主な確認事項	わん曲の損傷状況、側壁部の損傷高、誘発目地やインバート-アーチ接続部の局所的損傷の有無

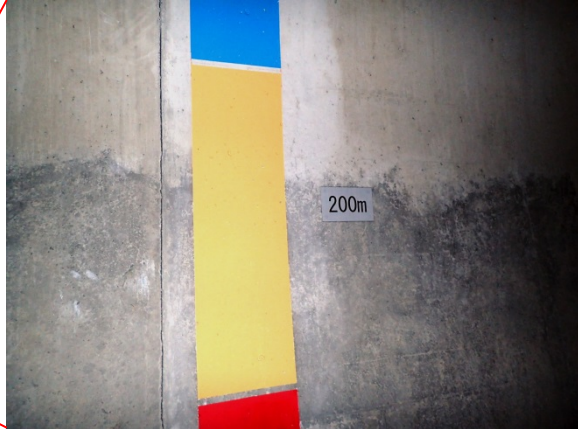
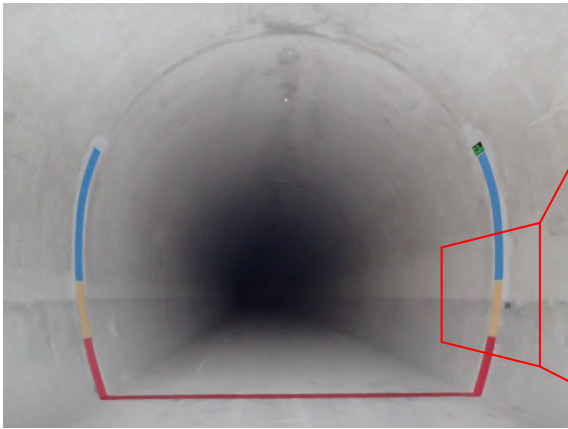


写真 ペンキの帯の例(美和ダム)

写真 小渋ダム仮排水トンネル摩耗状況
 出典:「小渋ダム写真集」

4) 三次元測量によるトンネル部の損傷状況の把握

調査目的	出水規模や通過土砂量当たりの損耗量等の損耗特性を把握するための測量
調査手法	1mピッチで横断測量を行う
調査地点	トンネル区間 約4km
調査頻度	バイパス運用後、トンネル全体で有意な損耗が発生した場合に実施
整理方法	<p>①インバート損耗深の把握 測量結果をもとにトンネル全体もしくは単位ユニット毎の平均損耗深や空間的な損耗状況を整理する</p> <p>②損傷特性の解析 プレートマイクロフォン等で測定するトンネル内通過土砂量と損耗量の関係をユニット毎に整理し、将来的な補修計画に反映させる。</p>

トンネルを1往復することで右図の横断図が得られる

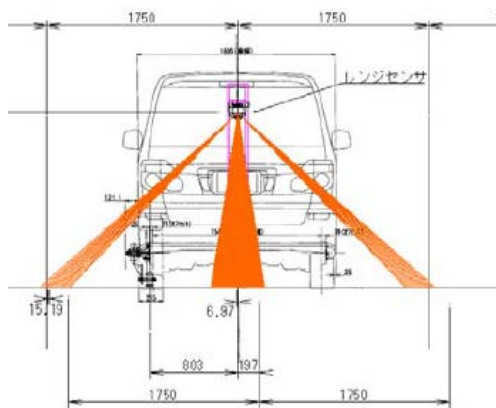
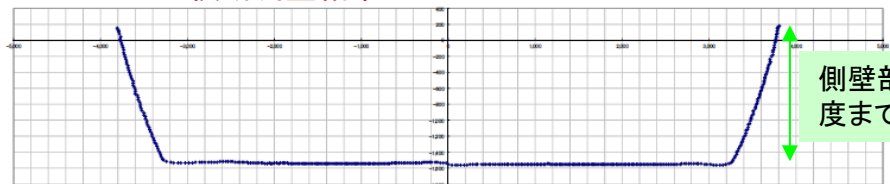


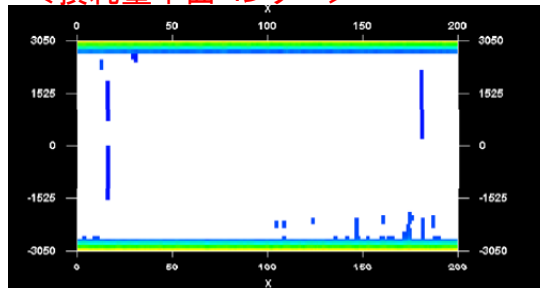
図 車両によるレーザー横断測量

<インバート横断測量結果>



側壁部も高さ1.5m程度まで把握する

<損耗量平面コンター>



<鳥瞰図>

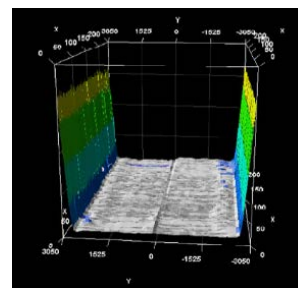


図 三次元測量の結果例

5) 巡視(出水後)による吐口の損傷状況の把握

調査目的	吐口構造物の損傷状況を把握するための観測
調査手法	出水後に巡視し、写真、スケッチ、チェックシートに記録する ※通常のダム点検として非洪水期に出水前調査を行う ※大規模出水時は護岸基礎の損傷の可能性があるので、基礎部の状況を調査する
調査地点	吐口部(吐口底版コンクリート、減勢工)
調査頻度	バイパス運用の都度
主な確認事項	①吐口底版コンクリート・底版コンクリートの損傷状況 ②減勢工・・・土砂堆積状況の確認、(護岸基礎の損傷状況)

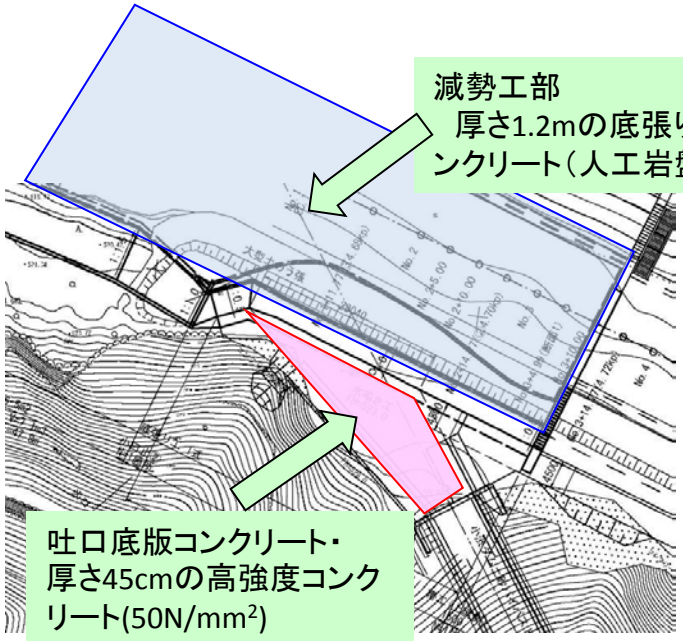


図 吐口部の概要

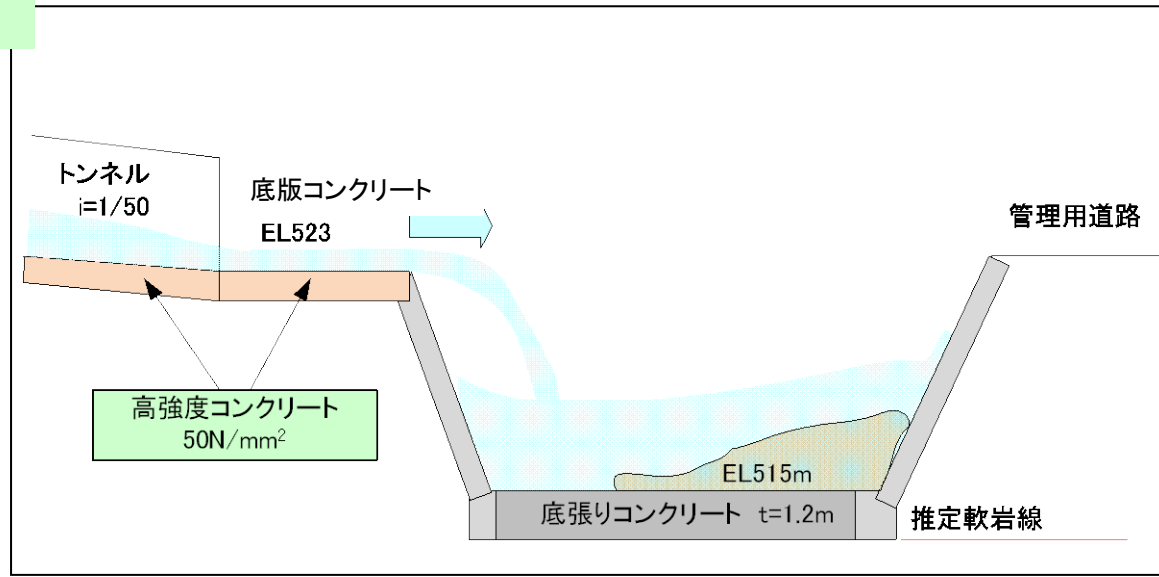


図 吐口部断面形状

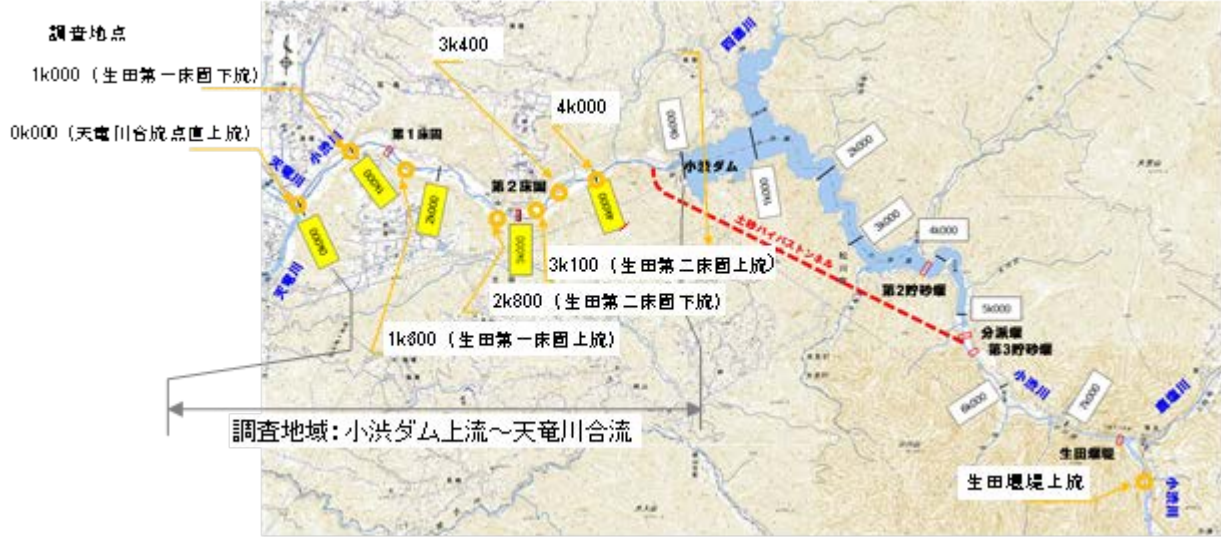
(2) モニタリングの内容

③環境変化把握のためのモニタリング調査

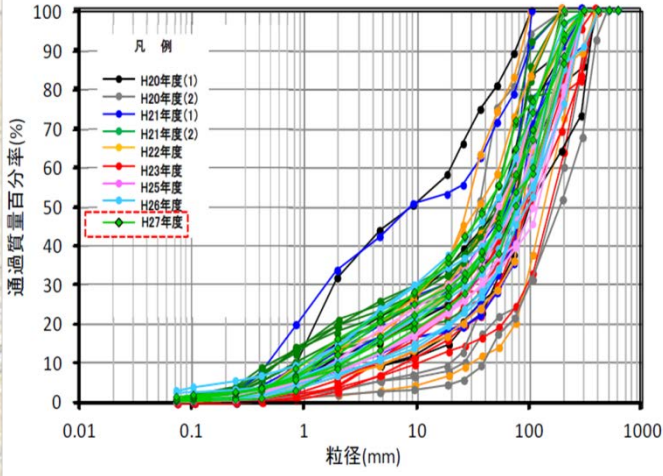
1) 河床材料調査による粒径の把握

調査目的	試験運用前後における河床材料の経年変化を比較するためのデータの蓄積	
調査手法	平面採取法(ふるい分け法)、面積格子法 踏査による表層材料の平面分布	
調査地点	【平面採取法・面積格子法】 小渋川: 1.0k地点、4.0k地点、第1床固及び第2床固の上下流 ダム上流地点および天竜川2地点 【踏査による平面分布】 ダムサイトから天竜川合流点までの小渋川	※左図
調査頻度	秋季(10月～11月)	
整理方法	粒径加積曲線(平面採取法・面積格子法)、平面分布図(踏査による平面分布)	
評価方法	各年の粒径加積曲線を重ね合わせ表示し比較(平面採取法・面積格子法) 平面分布図を並べて比較(踏査による平面分布)	※右図

調査地点



評価方法



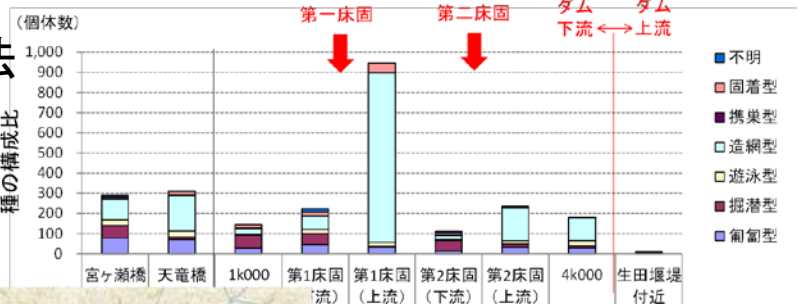
2) 現地採取による底生動物種・個体数等の把握

調査目的	試験運用前後における底生動物種・個体数等の経年変化を比較するためのデータの蓄積
調査手法	定量採取(サーバネット等による採取)・室内分析 ※水国に準拠
調査地点	小渋川: 1.0k地点、4.0k地点、第1床固及び第2床固の上下流 ダム上流地点および天竜川2地点
調査頻度	秋季(10月~11月)
整理方法	種別個体数
評価方法	生活型分類および摂食機能型分類により整理し縦断的に比較 地点ごとに過年度調査結果と比較

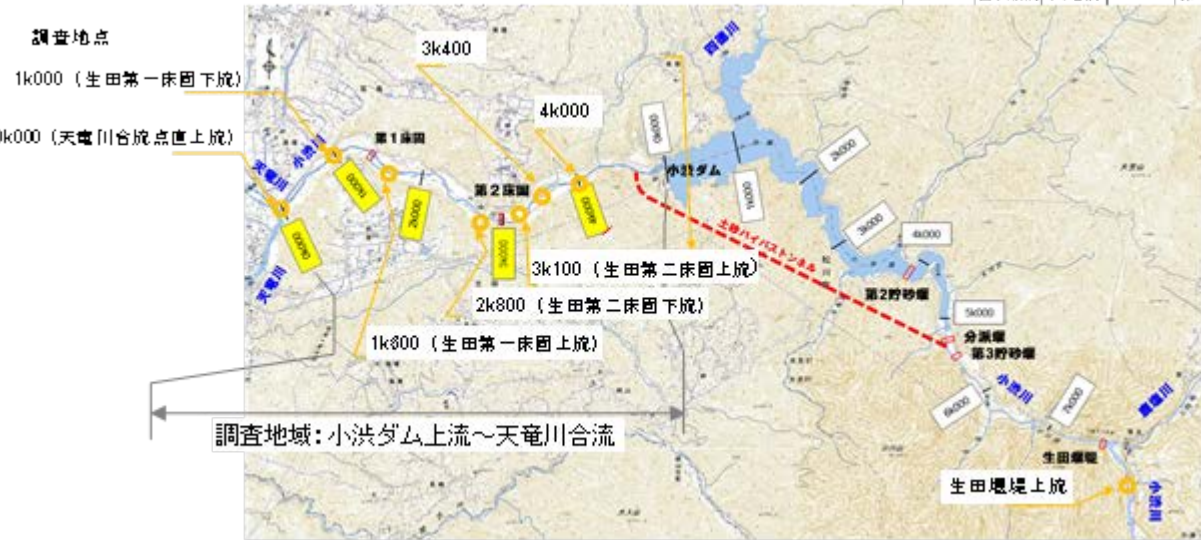
※左図

※右図

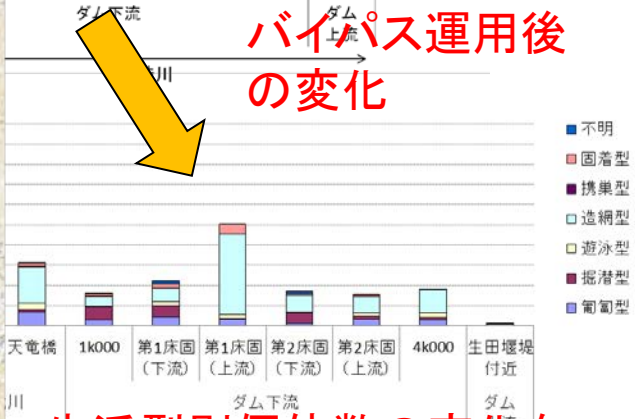
評価方法



調査地点



バイパス運用後の変化



生活型別個体数の変化を縦断的・経年的に評価

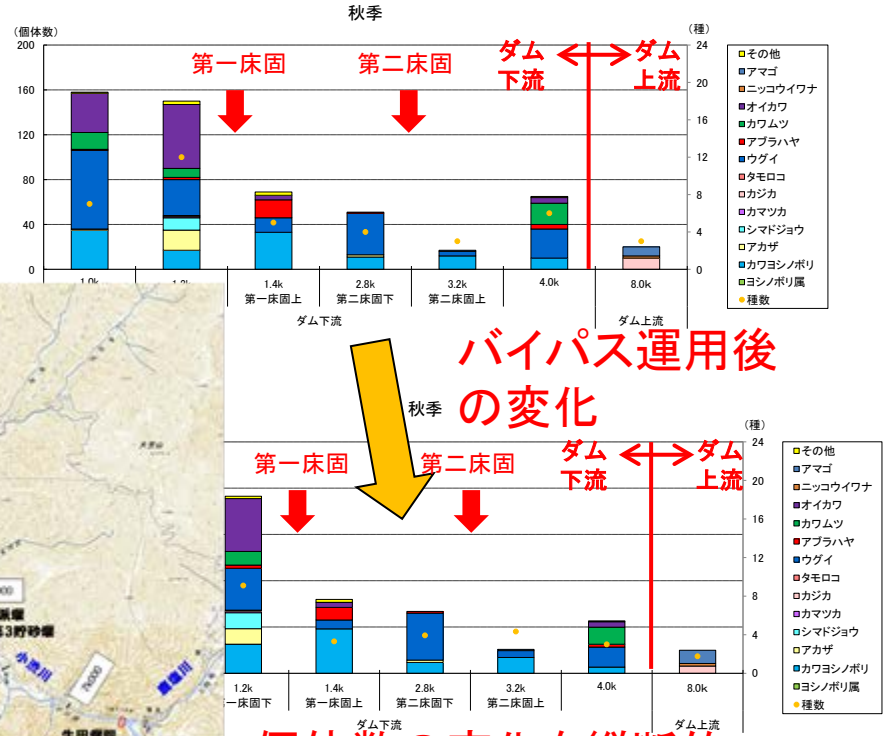
3) 現地採取による魚類種・個体数等の把握

調査目的	試験運用前後における魚類種・個体数等の経年変化を比較するためのデータの蓄積
調査手法	定量採取・分類 ※水国に準拠
調査地点	小渋川: 1.0k地点、4.0k地点、第1床固及び第2床固の上下流 ダム上流地点および天竜川2地点
調査頻度	秋季(10月~11月)
整理方法	種別個体数
評価方法	種別個体数を縦断的に比較 地点ごとに過年度調査結果と比較

※左図

※右図

評価方法



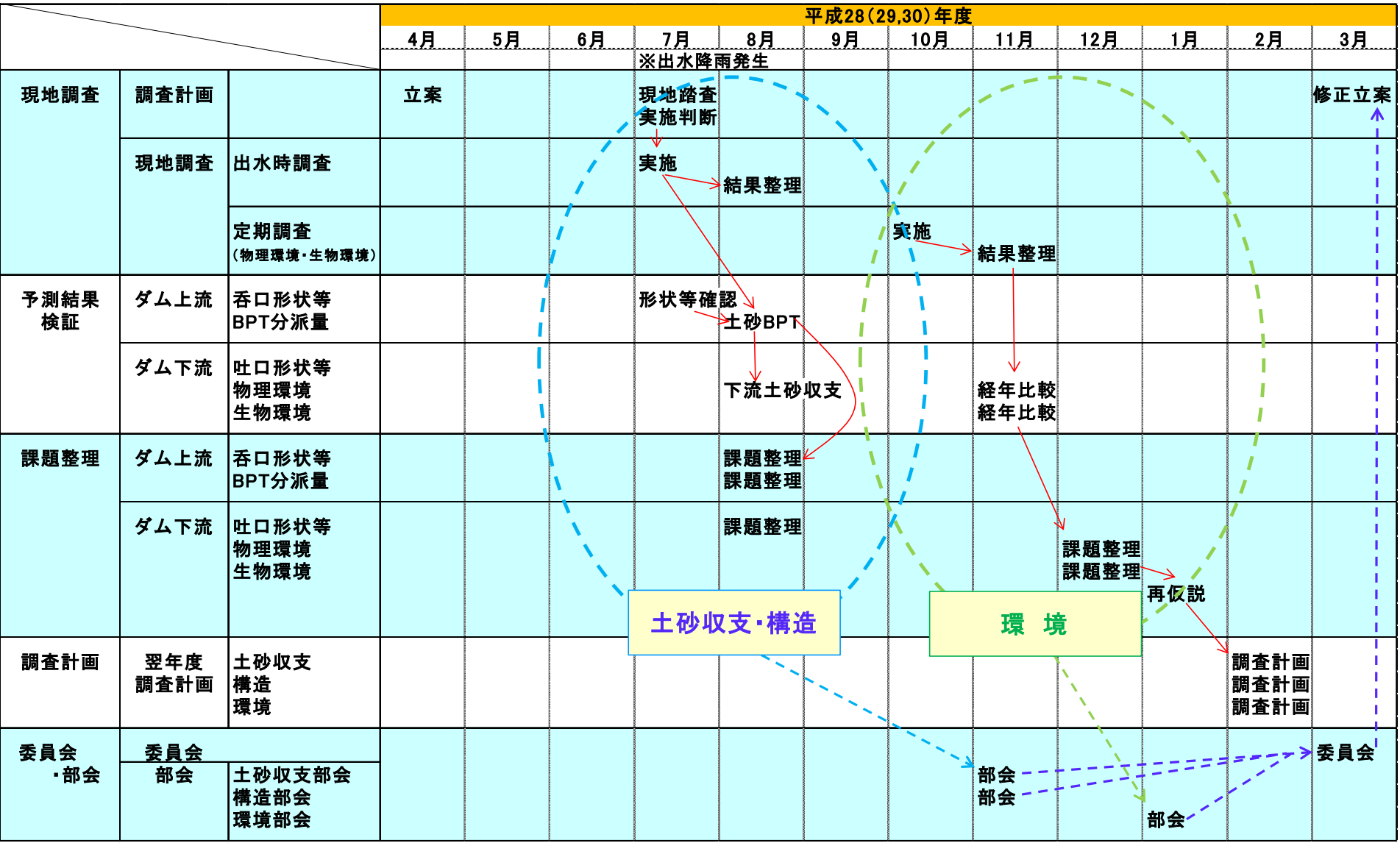
調査地点



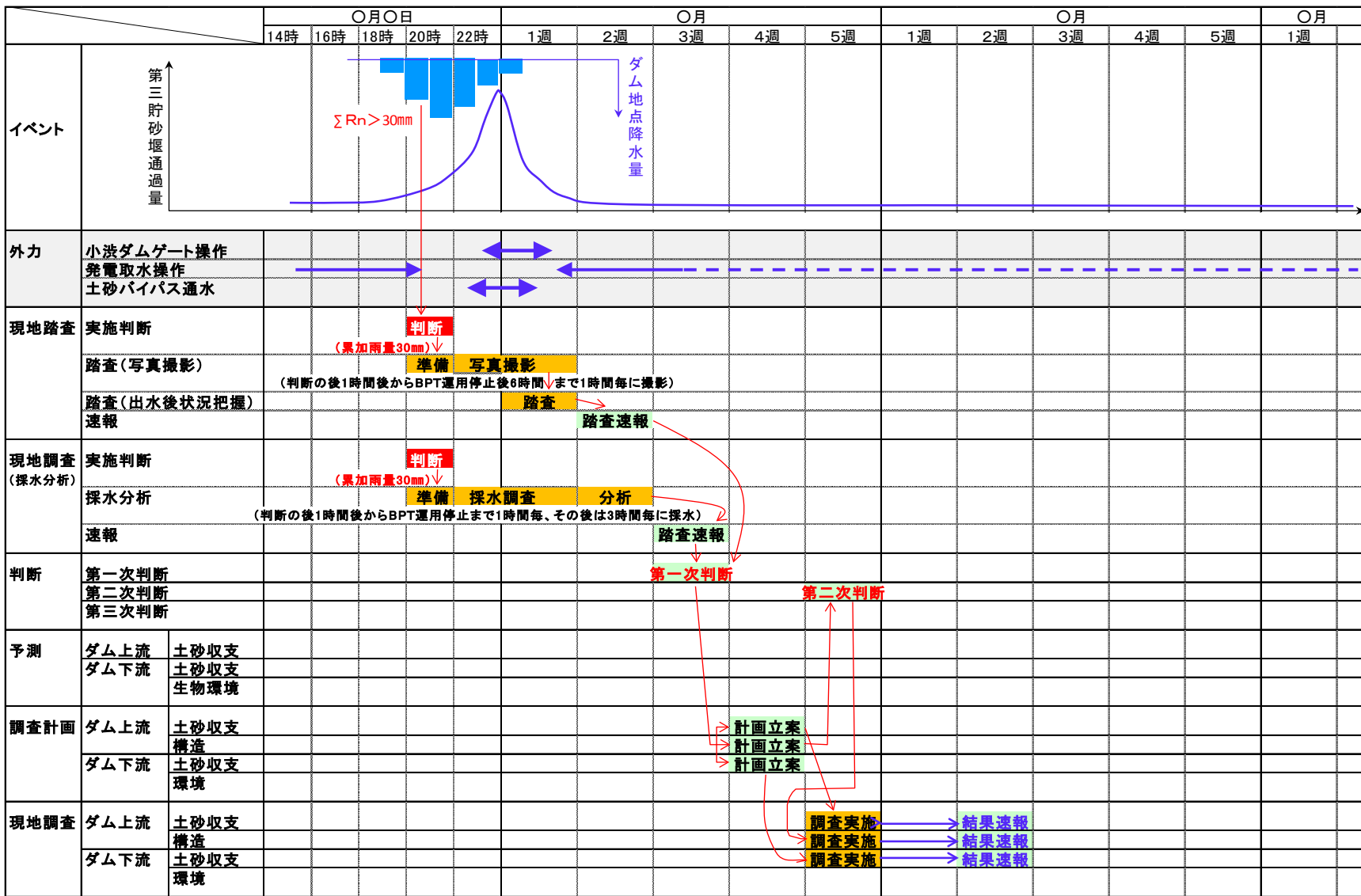
個体数の変化を縦断的・経年的に評価

(3) モニタリング調査体制

1) 各年(1年間)におけるタイムライン



2) 出水時における短期体制・管理とそのタイムライン



担当 (Responsible)	事務所 (Office)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	(踏査) (Inspection)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)	判断 (Judgment)
現地測量会社 (On-site Surveying Company)		準備 (Preparation)	現地調査・踏査 (On-site Investigation/Inspection)	分析 (Analysis)	速報 (Report)												
総合コンサルタント (General Consultant)		情報共有 (Information Sharing)	現地立合 (On-site Coordination)						現地調査 (On-site Investigation)								
					判定 (Judgment)	各種検討 (Various Considerations)											速報 (Report)

6. 平成28年度の予定

1) 平成28年度の予定(案)

年間予定(H28試験運用) 3月3日時点(案)

