

An aerial photograph of the Oshika Dam, a large concrete structure spanning a river valley. The dam is surrounded by lush green mountains. A rainbow is visible in the sky to the right of the dam. The water behind the dam is a vibrant turquoise color. The foreground shows the riverbed with large rocks and the water flowing through the dam's spillways.

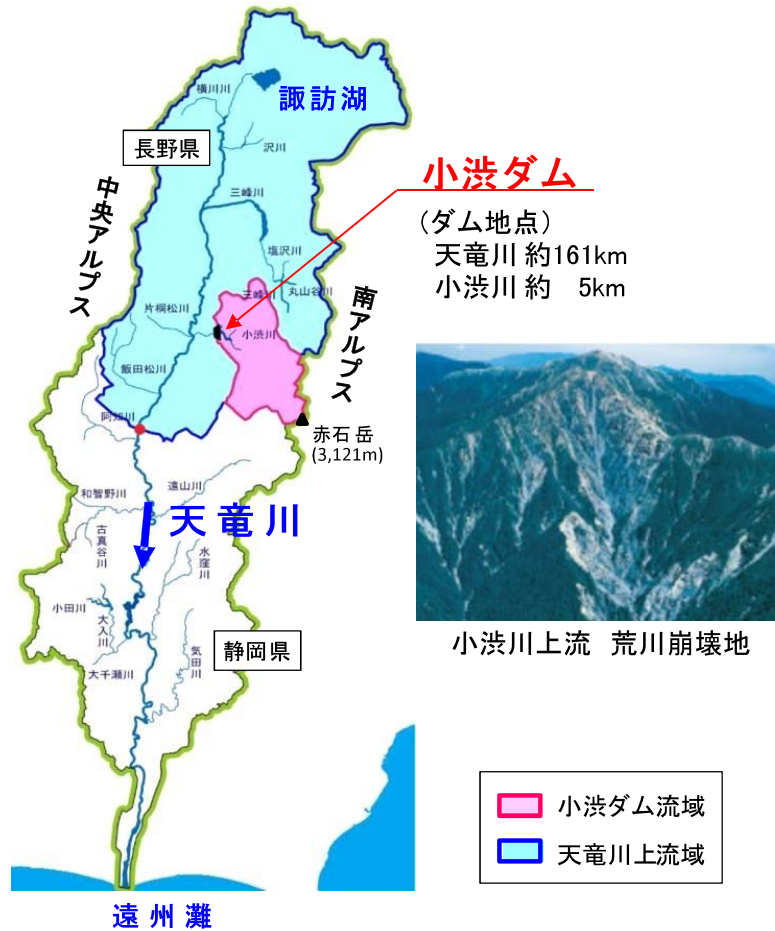
小渋ダム土砂バイパストンネル モニタリング調査【中間報告】

平成30年12月18日

天竜川ダム統合管理事務所 管理課 石田 勝志

1. はじめに 【小渋ダムの概要】

- ・小渋ダムは、南アルプス赤石岳を源流とする天竜川の支川小渋川に、多目的ダムとして昭和44年に完成
- ・小渋川流域は、中央構造線が南北に走り大規模な崩壊地多いため、土砂生産が活発で土砂流出が激しい



小渋川上流 荒川崩壊地

目的	洪水調節	洪水調節開始流量: 200m ³ /s 最大放流量: 500m ³ /s 最大流入量: 1,500m ³ /s 洪水調節方式: 一定率一定量
	農業用水	1.81m ³ /s (松川町、豊丘村、喬木村、飯田市)
	発電	最大10,500kW (長野県企業局)

概要	完成	1969年 (昭和44年)
	河川名	天竜川水系小渋川
	型式	アーチ型コンクリートダム
	規模	H=105m、L=293.3m
	流域面積	288.0km ²
	総貯水容量	58,000千m ³
利水容量	29,100千m ³	

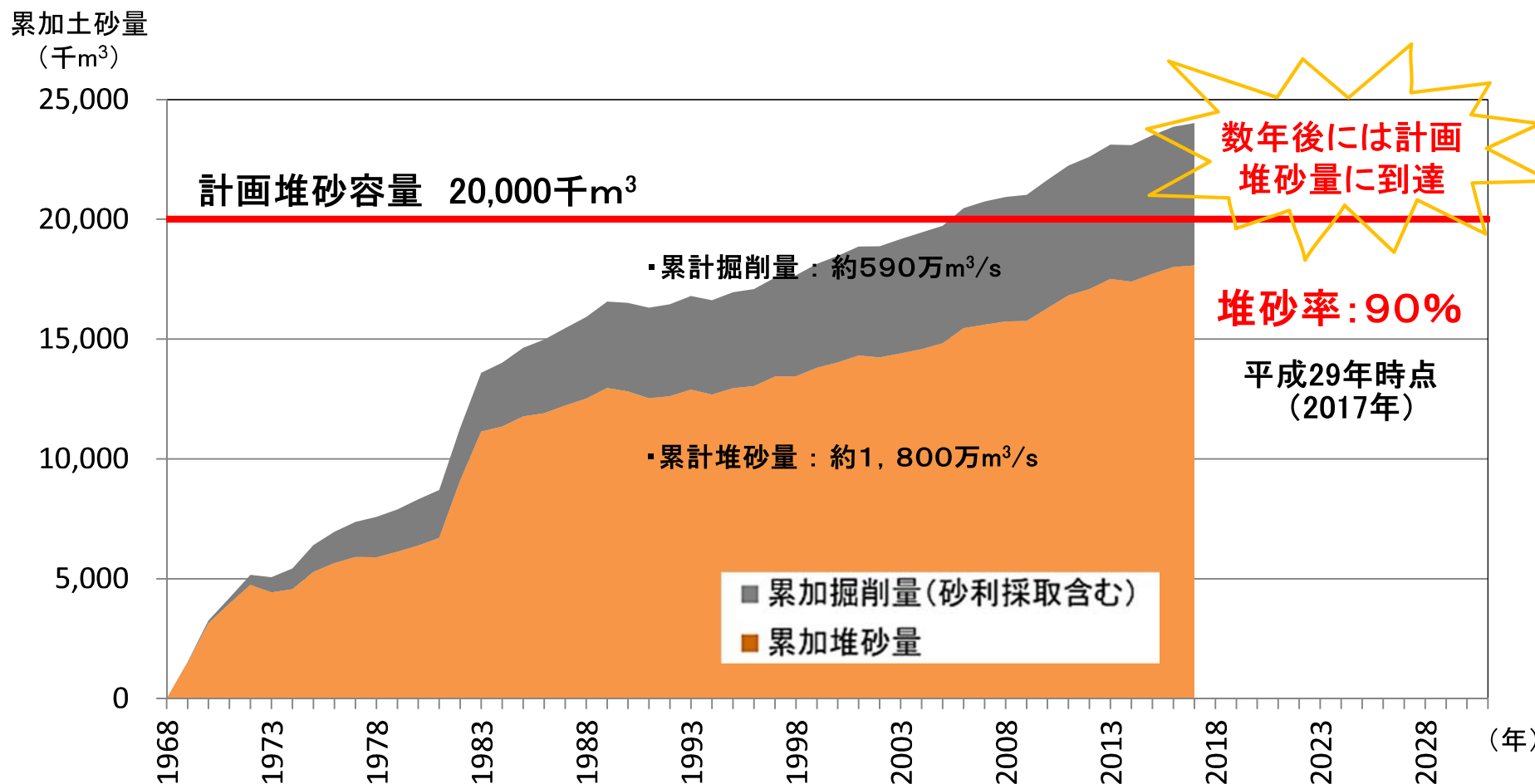
1. はじめに 【小渋ダムの現状と課題】

課題①：堆砂の進行

度重なる出水により大量な土砂が流入し、貯水池の土砂堆積が進行(堆砂率は90%:平成29年時点)数年後には計画堆砂容量の2千万 m^3 に到達し、このままではダム機能が維持できない恐れがある。

ダム建設後 48年経過

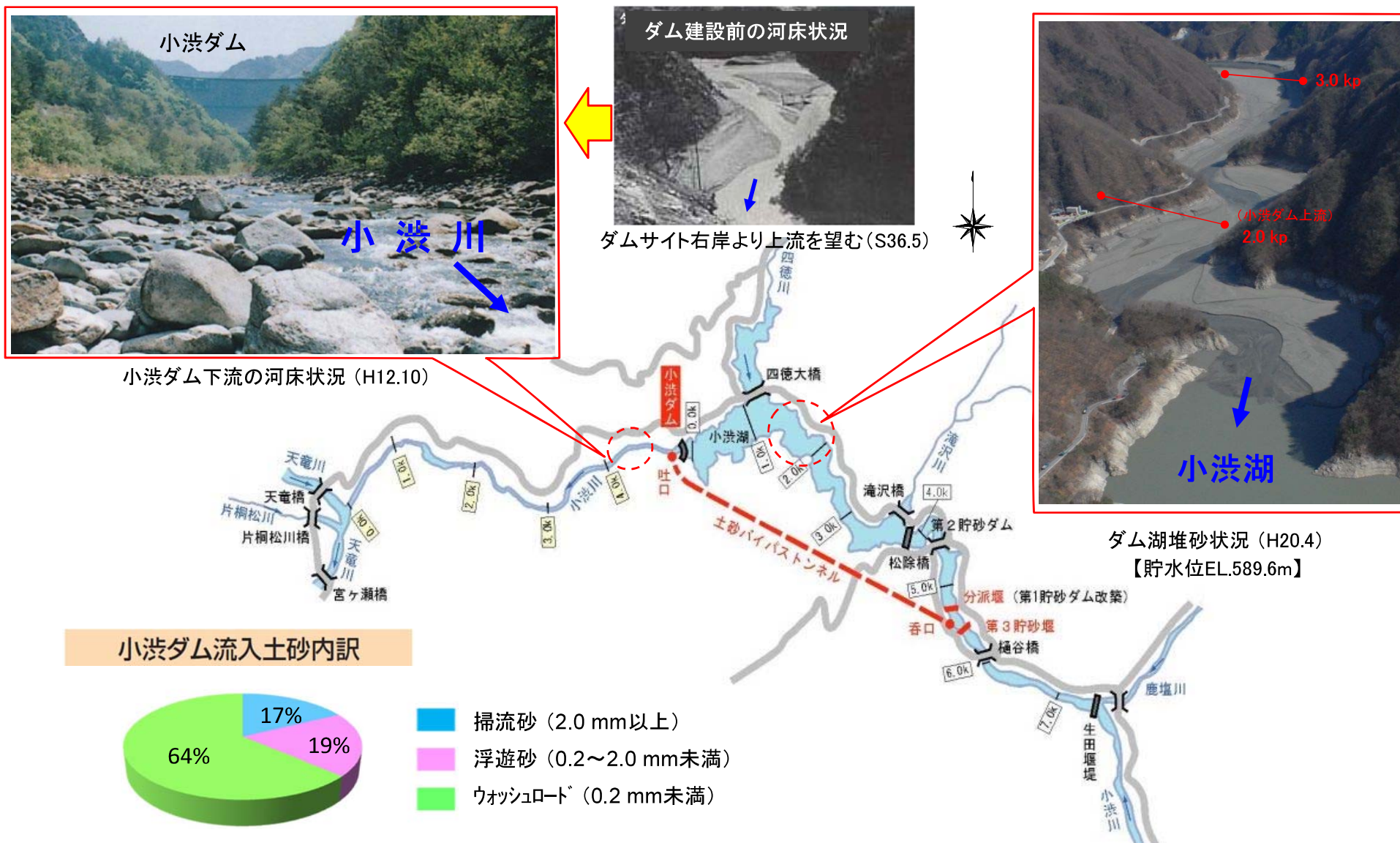
昭和44年～平成29年(1969年～2017年)



1. はじめに 【小渋ダムの現状と課題】

課題②：河床の巨礫化進行

ダム建設後、下流への土砂供給量が減少したため、ダム下流の河床は細粒分が流出し巨礫化が進行している。大きな玉石ばかりの単調な川となり、景観や河川環境が変化し、生物の多様性が失われつつある。



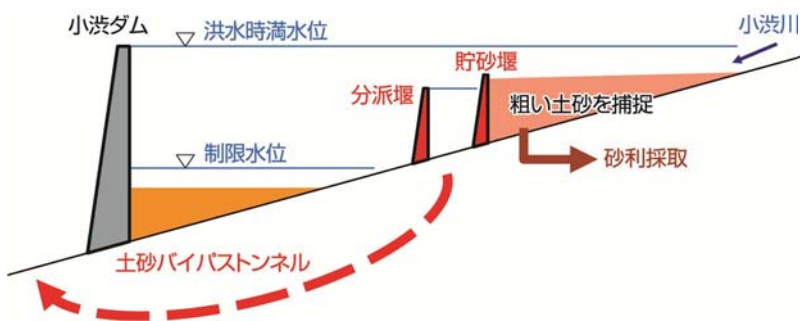
2. 土砂バイパス施設の概要 【施設全体】

(平成21年工事着工～平成28年9月完成)

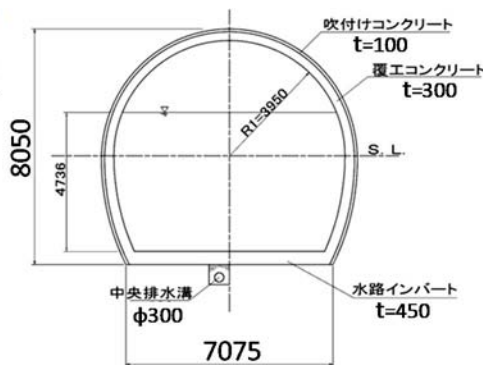
- ・ダム貯水池への流入土砂抑制及び土砂移動の連続性確保を目的として、洪水時に貯水池に流入する土砂を含んだ流水をダム下流にバイパスする土砂バイパストンネルの整備を進め、平成28年9月に完成
- ・小渋ダム土砂バイパス施設は、呑口施設、土砂バイパストンネル、吐口施設から構成
- ・対象土砂は、粒径100mm程度以下の礫、砂、シルトを想定



土砂バイパス施設概念図(縦断)

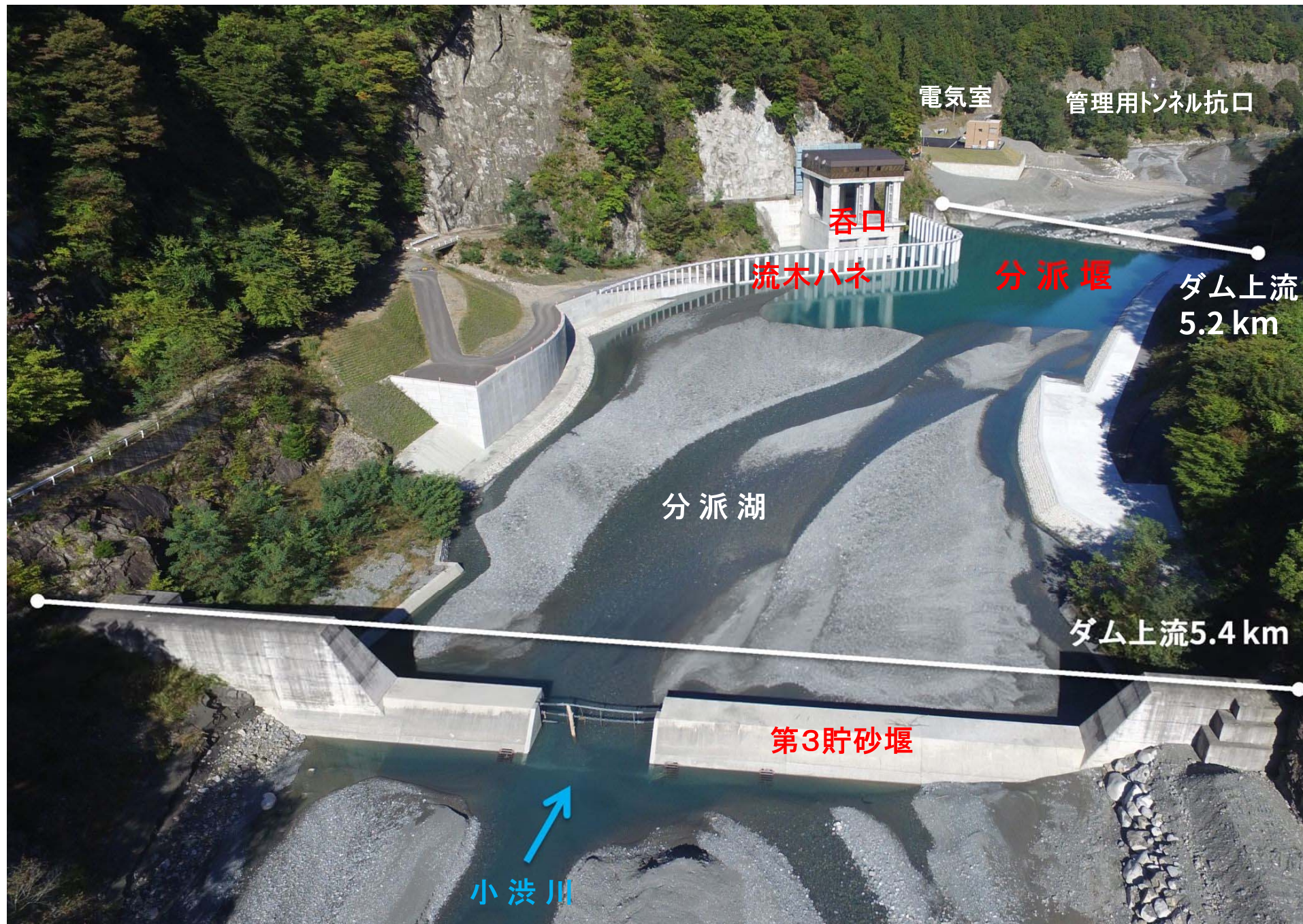


トンネル【標準断面図】

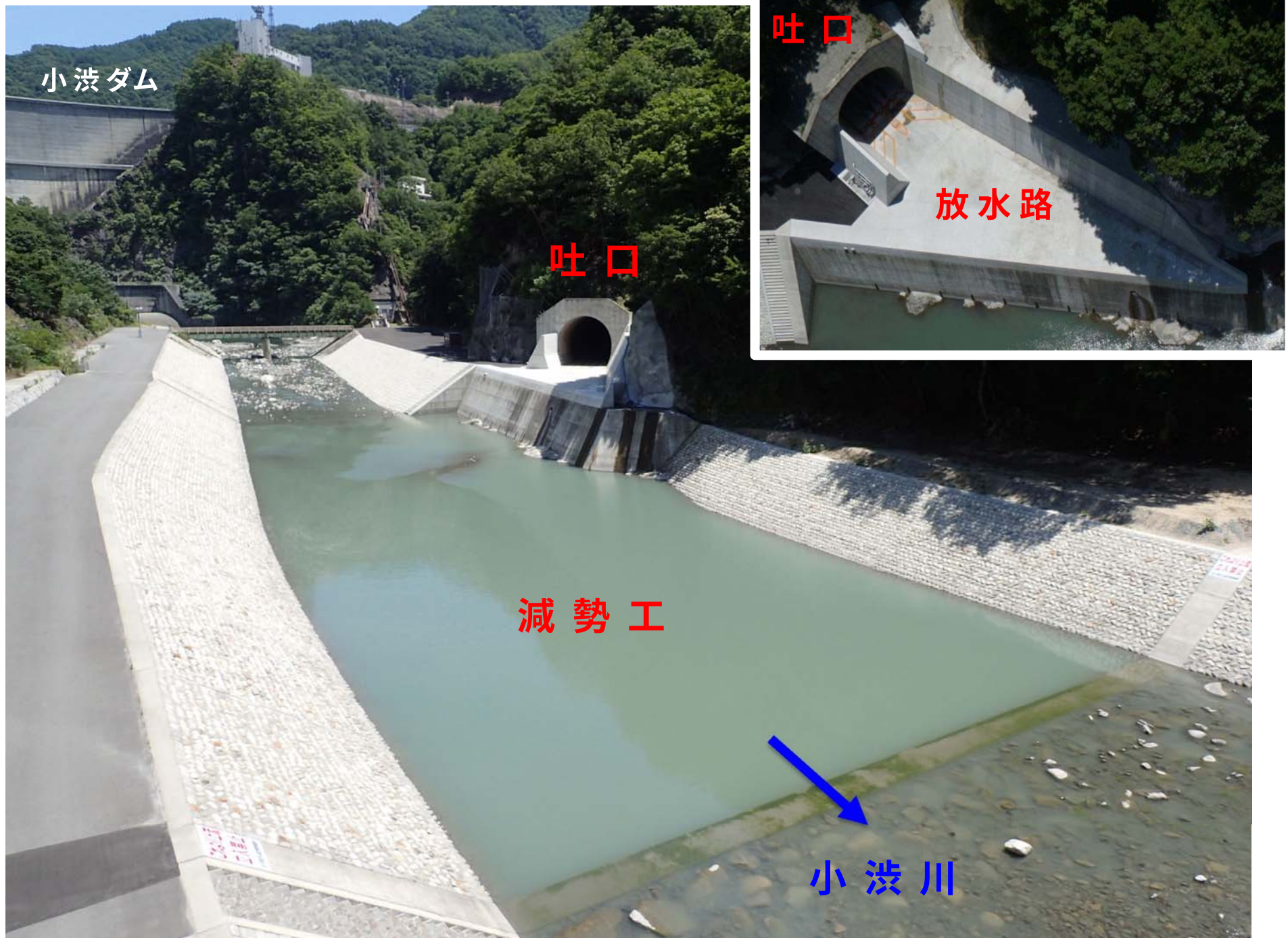


断面形状	フラットインバート標準馬蹄型 R=3.95m、内空約54m ²
縦断勾配	1/50
全長	約3,999m
設計流量	370 m ³ /s
最大流速	約15m/s
対象土砂	掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロード
摩耗対策	水路インバート部に50N/mm ² の高強度コンクリートを施工(t=45cm)

2. 土砂バイパス施設の概要 【 呑口施設 】

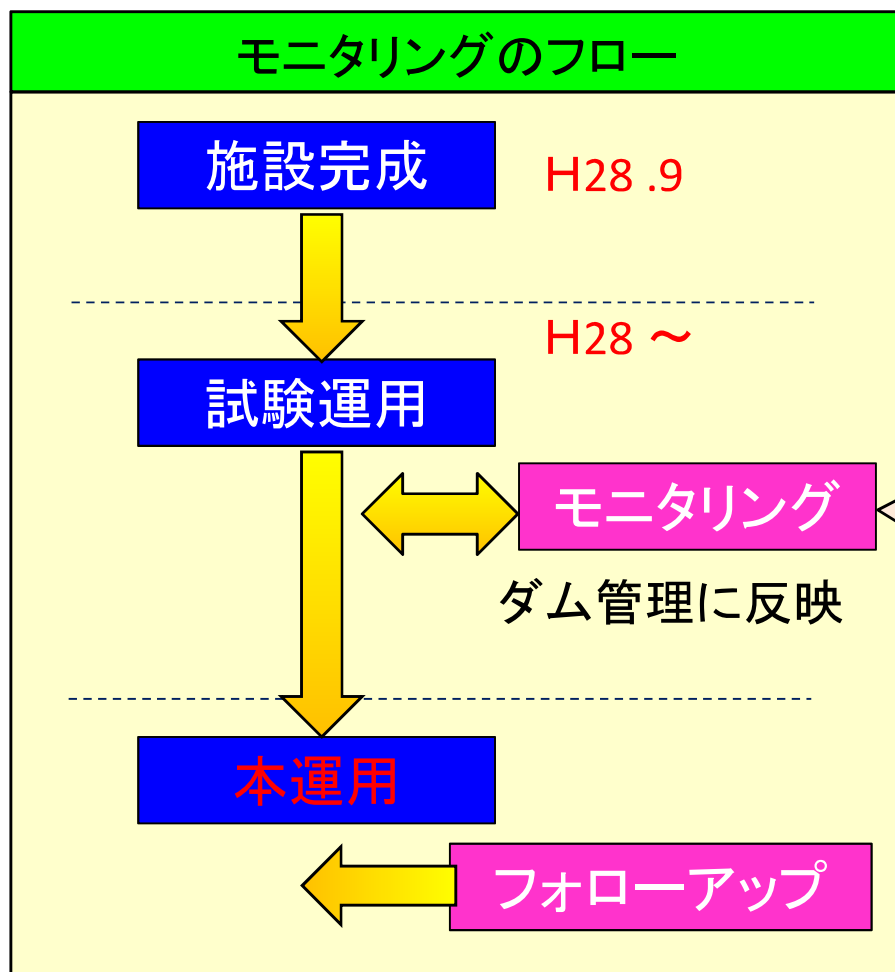


2. 土砂バイパス施設の概要 【吐口施設】



3. 試験運用期間中のモニタリング 【フロー・項目】

- 土砂バイパストン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、モニタリングを実施する。
- 可能な限り土砂バイパストンネルを使用して洪水を放流するようダム操作を行う。

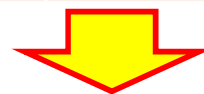


モニタリング項目
①ゲート操作性
②バイパス機能 ＜流量, 土砂＞
③環境影響 ＜下流河道生態系, 貯水池内水質＞
④土砂挙動 ＜構造物損傷・摩耗状況, 土砂堆積状況＞

3. 試験運用期間中のモニタリング 【目的・内容】

○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土砂バイパスの本格運用方法を検討する。

3. 試験運用期間中のモニタリング 【環境調査の実施項目・時期】

環境影響に関するモニタリング

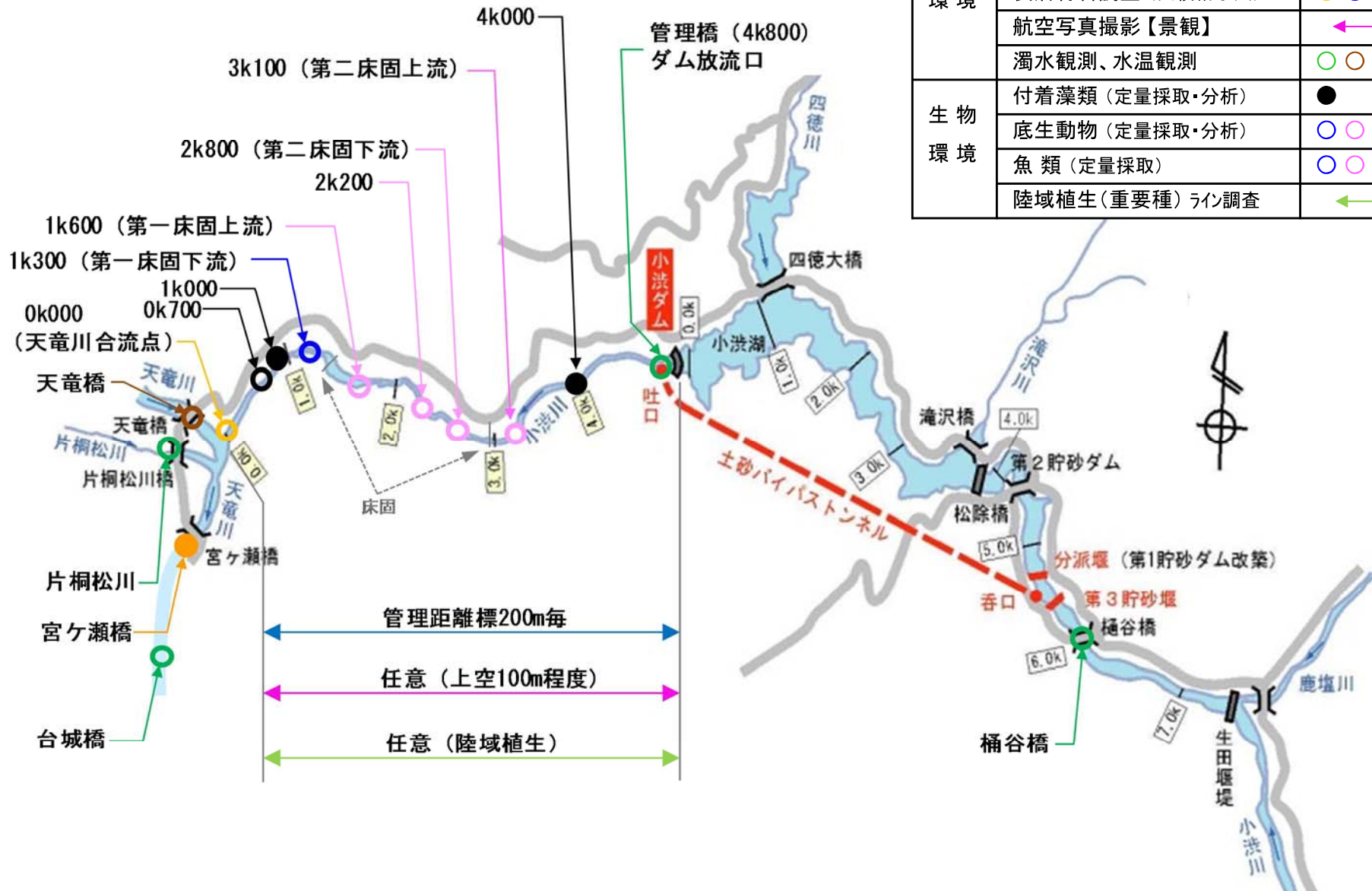
目的	測定地点	調査方法	調査時期(頻度)
景観	・小渋ダム下流(天竜川合流点まで)	・航空写真	・出水期後 ・バイパス放流後
河床変動	小渋ダム下流(天竜川合流点まで200mピッチ)	・河川測量 ・天竜川合流点定点写真	・測量: 出水期後 ・定点写真: (バイパス運用後1回/月)
河床材料	・小渋ダム上流(小渋川、鹿塩川) ・小渋ダム下流(天竜川合流点まで代表箇所7地点)	・サンプリング→室内試験	・出水期後 ・バイパス放流後
水質	・小渋川(ダム流入点、放流点) ・天竜川(天竜橋、台城橋) ・他支川(片桐松川)	・濁度、水温観測	・小渋川については毎月十出水中、その他の箇所は出水中のみ (出水中の頻度は1回/時間)
付着藻類	・小渋ダム上流(生田堰堤上流) ・小渋ダム下流(天竜川合流点まで代表箇所2地点)	・サンプリング→室内試験(種構成、細胞数、Chl-a、フェオフィチン、強熱減量)	・(1回/月)
・底生動物 ・魚類	・小渋ダム上流(生田堰堤上流) ・小渋ダム下流(小渋川:代表箇所4地点、天竜川:天竜橋、台城橋)	・個体数調査	・出水期後 ・バイパス放流後
貴重種(陸生植物)	・小渋ダム下流(天竜川合流点まで)	・株数調査	

□ : 物理環境

□ : 生物環境

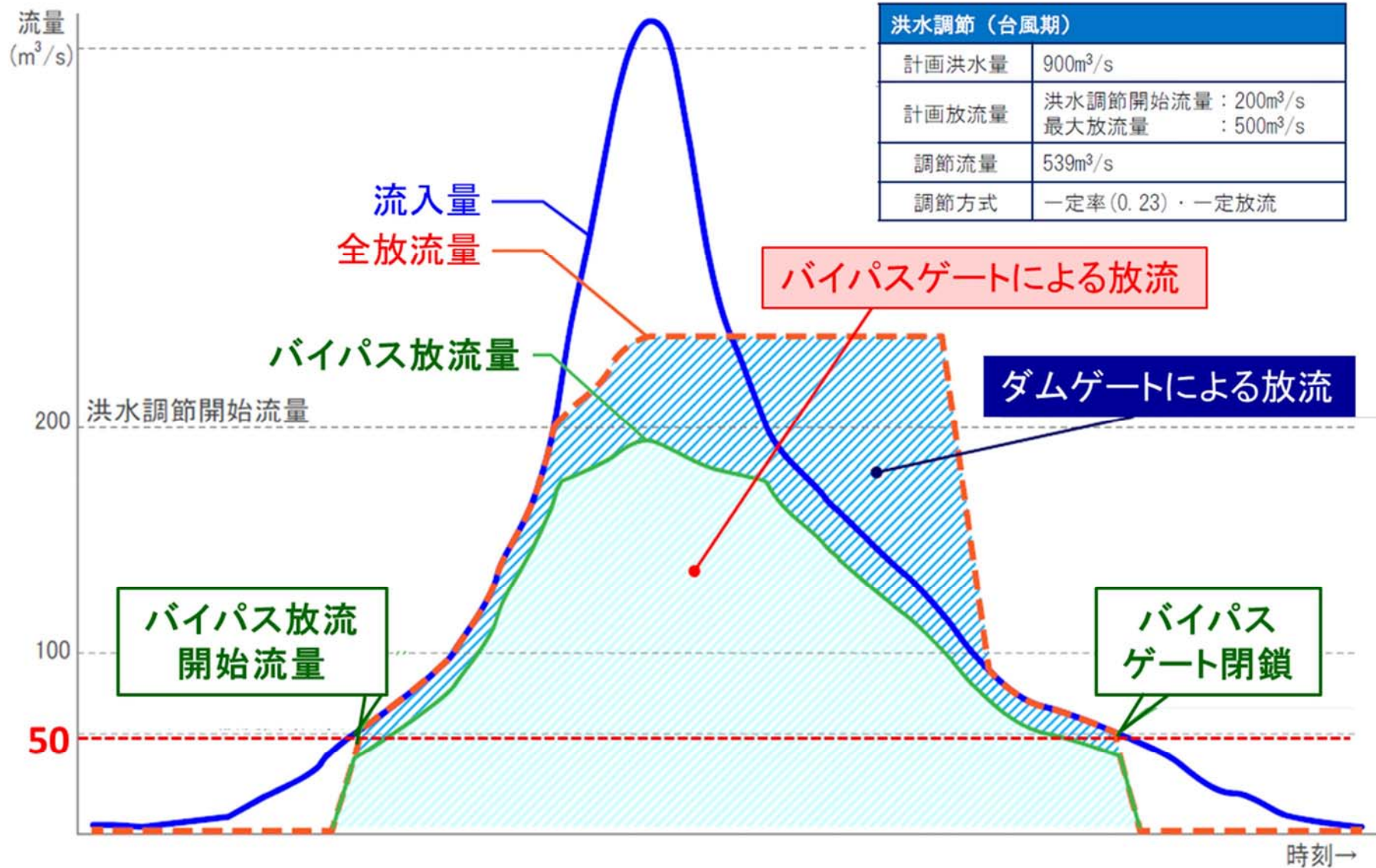
3. 試験運用期間中のモニタリング 【環境調査地点】

平成29年度の環境モニタリング調査地点



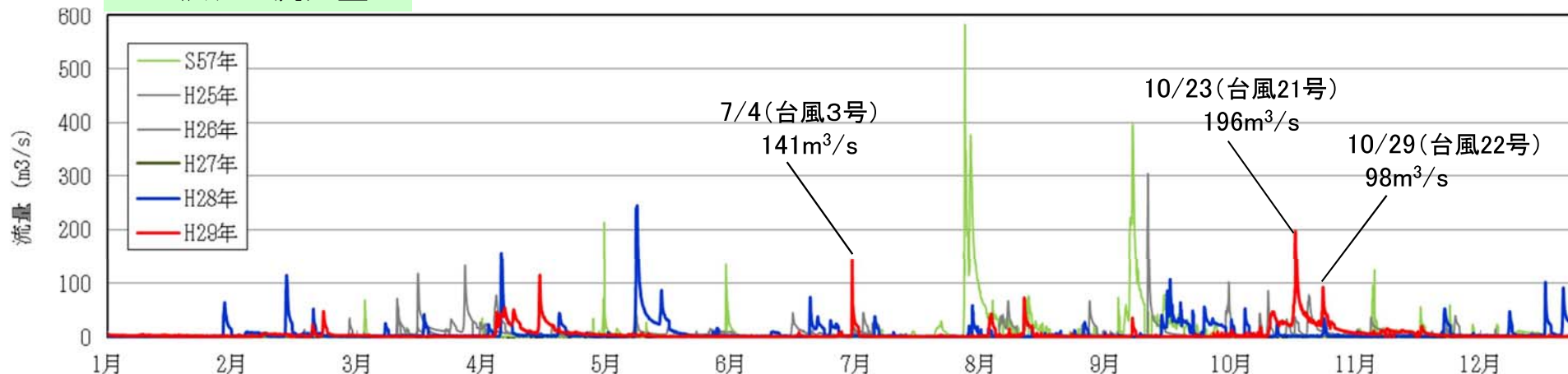
区分	調査項目	図中の記号
物理 環境	河川測量【河床形状】	↔
	粒径調査（容積サンプリング法）	○ ●
	表層材料調査（面積格子法）	○ ●
	航空写真撮影【景観】	↔
	濁水観測、水温観測	○
生物 環境	付着藻類（定量採取・分析）	●
	底生動物（定量採取・分析）	○ ●
	魚類（定量採取）	○ ●
	陸域植生（重要種）ライン調査	↔

3. 試験運用期間中のモニタリング 【出水時の実施内容】

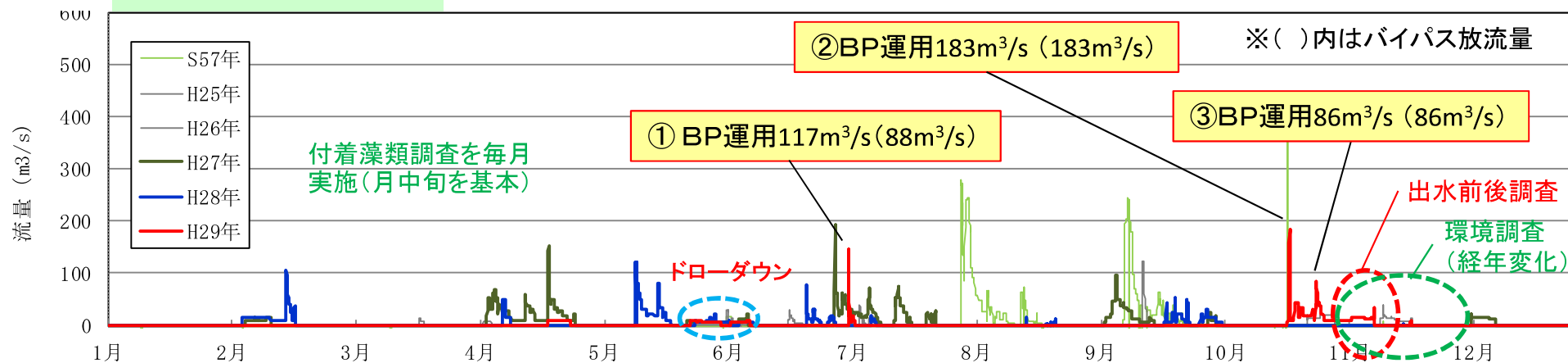


4. 環境変化のバックグラウンド（平成29年の出水状況）

小渋ダム流入量



小渋ダム下流放流量



- 平成29年度のバイパス試験運用は、台風に伴う出水時により延べ3回実施
- 10/22～23（台風21号）：試験運用中で最大放流量（183m³/s）となるバイパス放流を実施
- 10/29～31（台風22号）：試験運用中で最長時間（約49時間）となるバイパス放流を実施

* その他、梅雨期前に備えたドローダウンや貯水位維持のため、コンジットゲートからの放流を7回（47日）実施

4. 環境変化のバックグラウンド（平成29年の試験運用状況）

- ・ 10/22(台風21号) 21:10~10/23 6:40の約10時間、バイパス放流を実施
- ・ 洪水ピーク前の10/22 22:10より、フリーフロー操作(約7時間)実施。

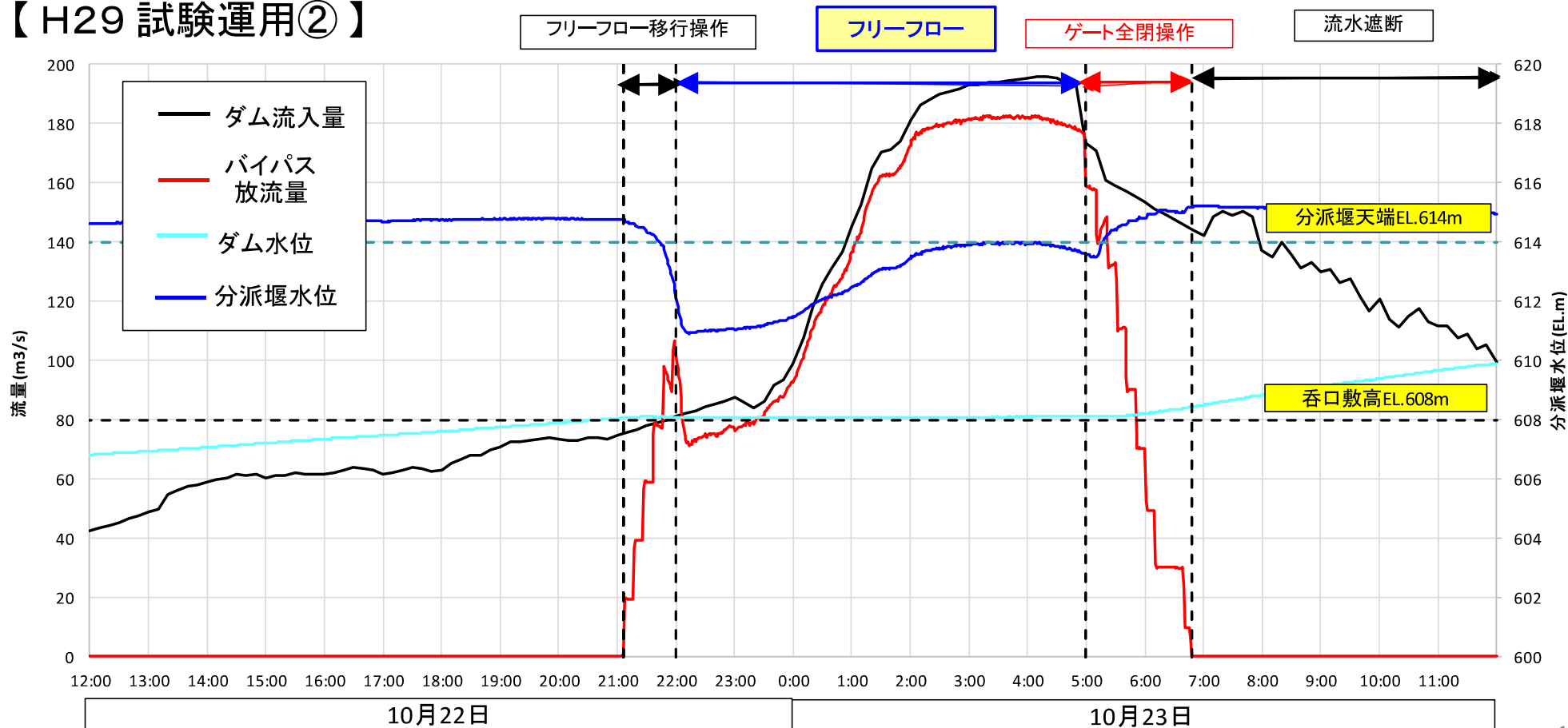
【ダム諸量】

最大流入量: 196m³/s (10/23 4:10) 最大放流量: 191m³/s (10/23 3:20)

最大バイパス放流量: 183m³/s (10/23 3:20)



【H29 試験運用②】



4. 環境変化のバックグラウンド（土砂バイパス放流時）

【土砂バイパス呑口】

(H29.10.29 17:00)



全流入量 約50 m³/s

4. 環境変化のバックグラウンド（土砂バイパス放流時）

【土砂バイパス吐口】

(H29.10.29 17:00)

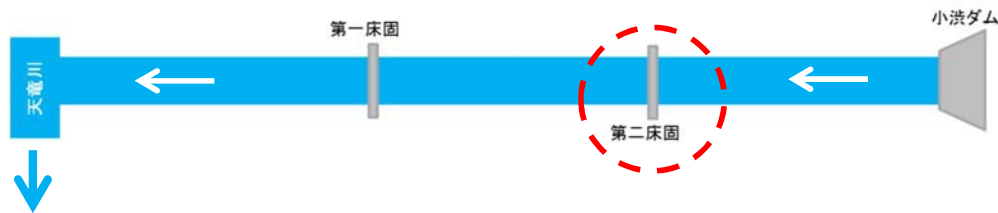


バイパス放流量 約50 m³/s

4. 環境変化のバックグラウンド (小渋ダム下流の出水状況)

【10/22出水時(台風21号)の冠水状況】

第2床固(距離標3k)の状況比較



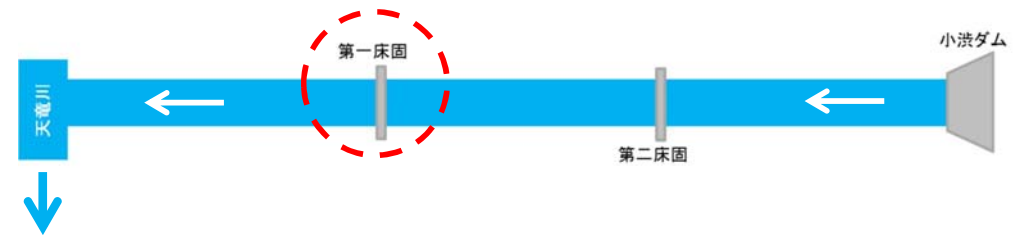
撮影 H27.11.13 (0.7m³/s) ※維持放流量相当

撮影 H29.10.23 6:00 (ダム下流流量118m³/s)

4. 環境変化のバックグラウンド (小渋ダム下流の出水状況)

【10/22出水時(台風21号)の冠水状況】

第1床固(距離標1.3k)の状況比較



撮影 H27.11.09(流量0.7m³/s) ※維持放流量

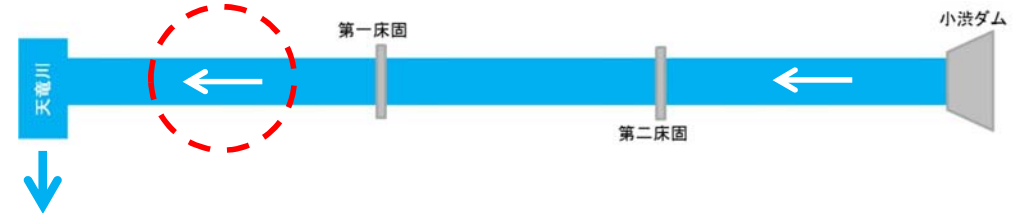


撮影 H29.10.23 6:00 (ダム下流流量118m³/s)

4. 環境変化のバックグラウンド (小渋ダム下流の出水状況)

【10/22出水時(台風21号)の冠水状況】

距離標0.7k付近の状況比較



水際の礫河原が完全に冠水
(陸生植物確認箇所)



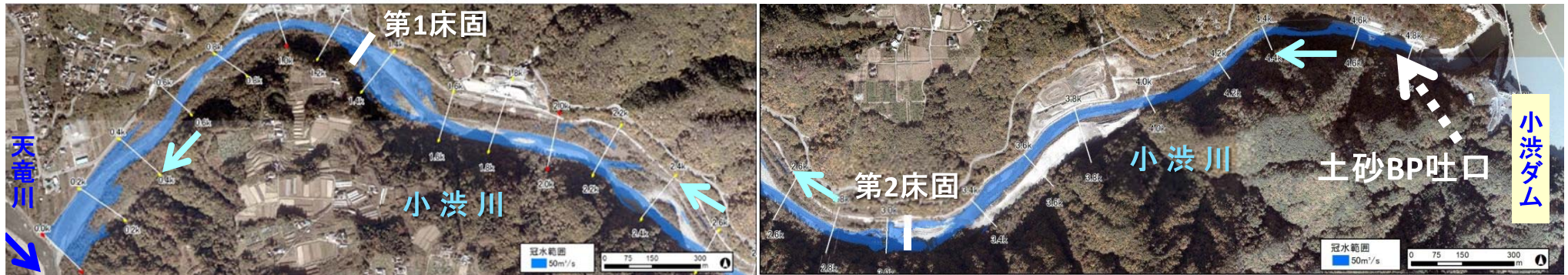
撮影 H27.11.09 (流量 $0.7\text{m}^3/\text{s}$) ※維持放流量



撮影 H29.10.23 6:00 (ダム下流流量 $118\text{m}^3/\text{s}$)

4. 環境変化のバックグラウンド (小渋ダム下流の出水状況)

【土砂バイパスゲート全閉操作時(放流量50m³/s)の想定冠水域】



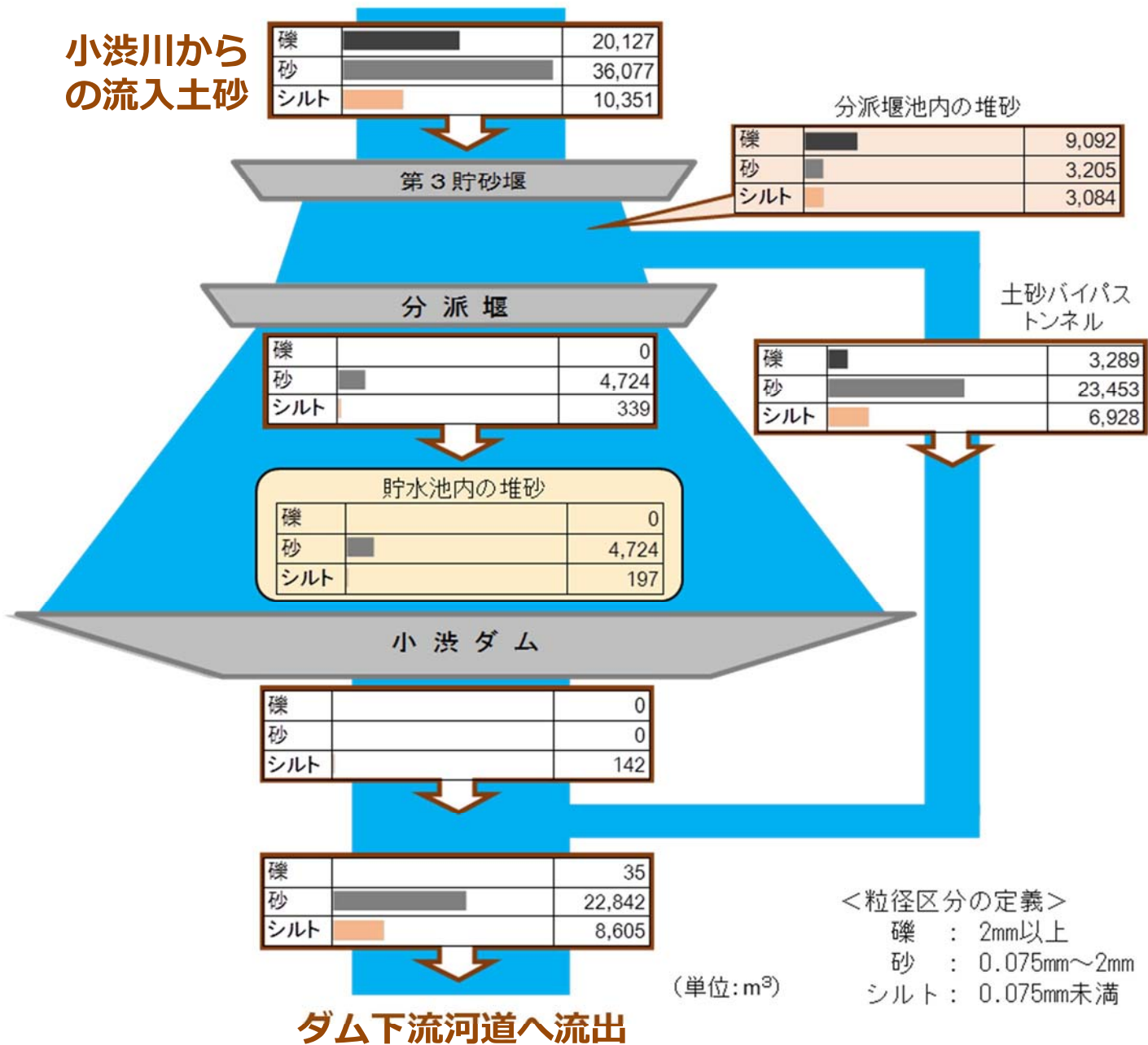
【土砂バイパス 試験運用最大放流(放流量200m³/s)の想定冠水域】



4. 環境変化のバックグラウンド（小渋ダム下流の出水状況）

■ H29試験運用（3回）の土砂収支算定

試算値

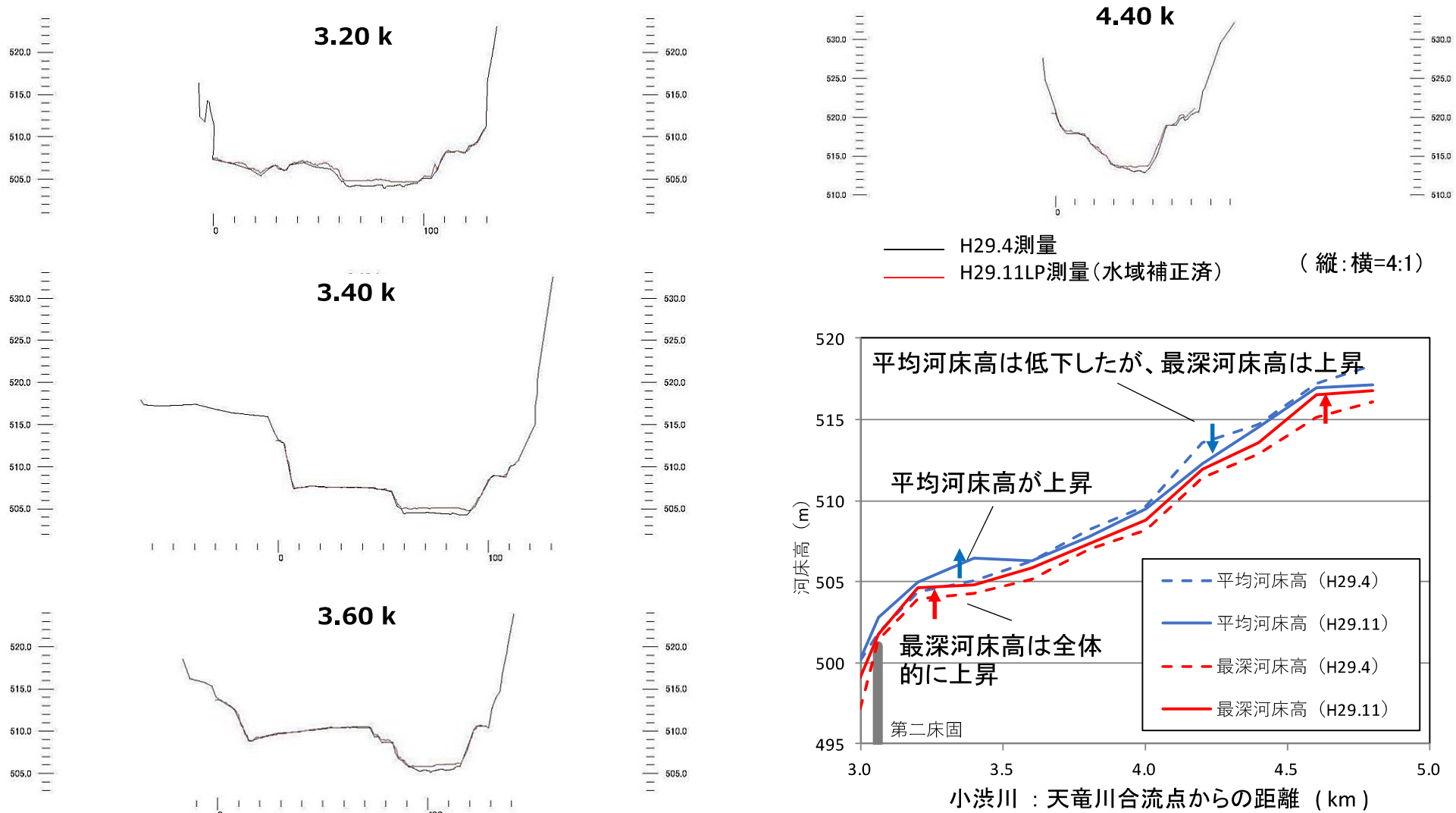


	土砂量 (万m ³)	流入土砂量 に対する割合 (%)
ダム流入土砂量	6.6	—
分派堰内堆砂量	1.5	23%
バイパス土砂量	3.4 (シルト0.7) (砂 2.4) (礫 0.3)	52% (シルト67%) (砂 65%) (礫 16%)
ゲート放流土砂量	0.1	0.2%
砂利採取掘削量	0	—
ダム堆砂量	0.5	7%
ダム下流土砂供給	3.1	47%

5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（物理環境：河川測量）

【土砂バイパス運用前後の河道形状の変化】

- 横断測量を実施した3.0kより上流では、陸域の変化はほとんどなかった。
水域の河床高は、平成29年10月の土砂バイパス運用後に数10cm上昇している。
- 3.6kより上流では平均河床高が低下し、最深河床高が上昇し横断方向の変化が小さくなった。



5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（物理環境：河床材料調査）

【ダム下流の河床表面の河床材料の変化】

○平成29年のバイパス運用により、河床材料調査地点の表面に細粒土砂が堆積した。

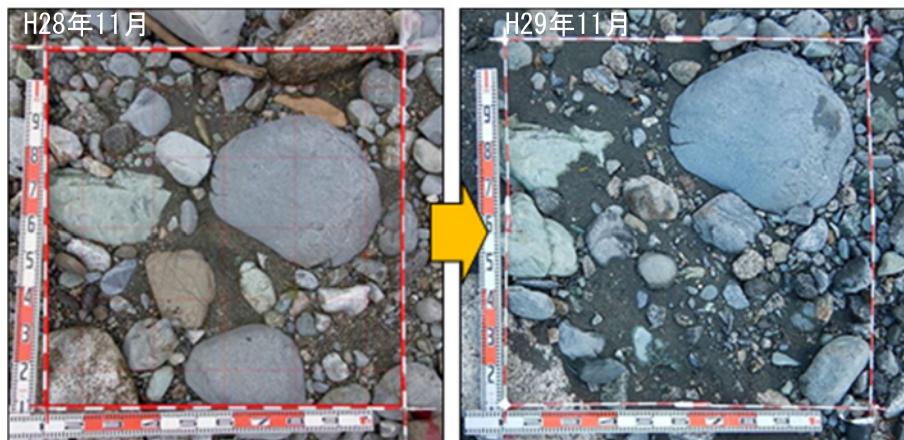
0.0k容積サンプリング法



2.2k容積サンプリング法



2.8k面積格子法



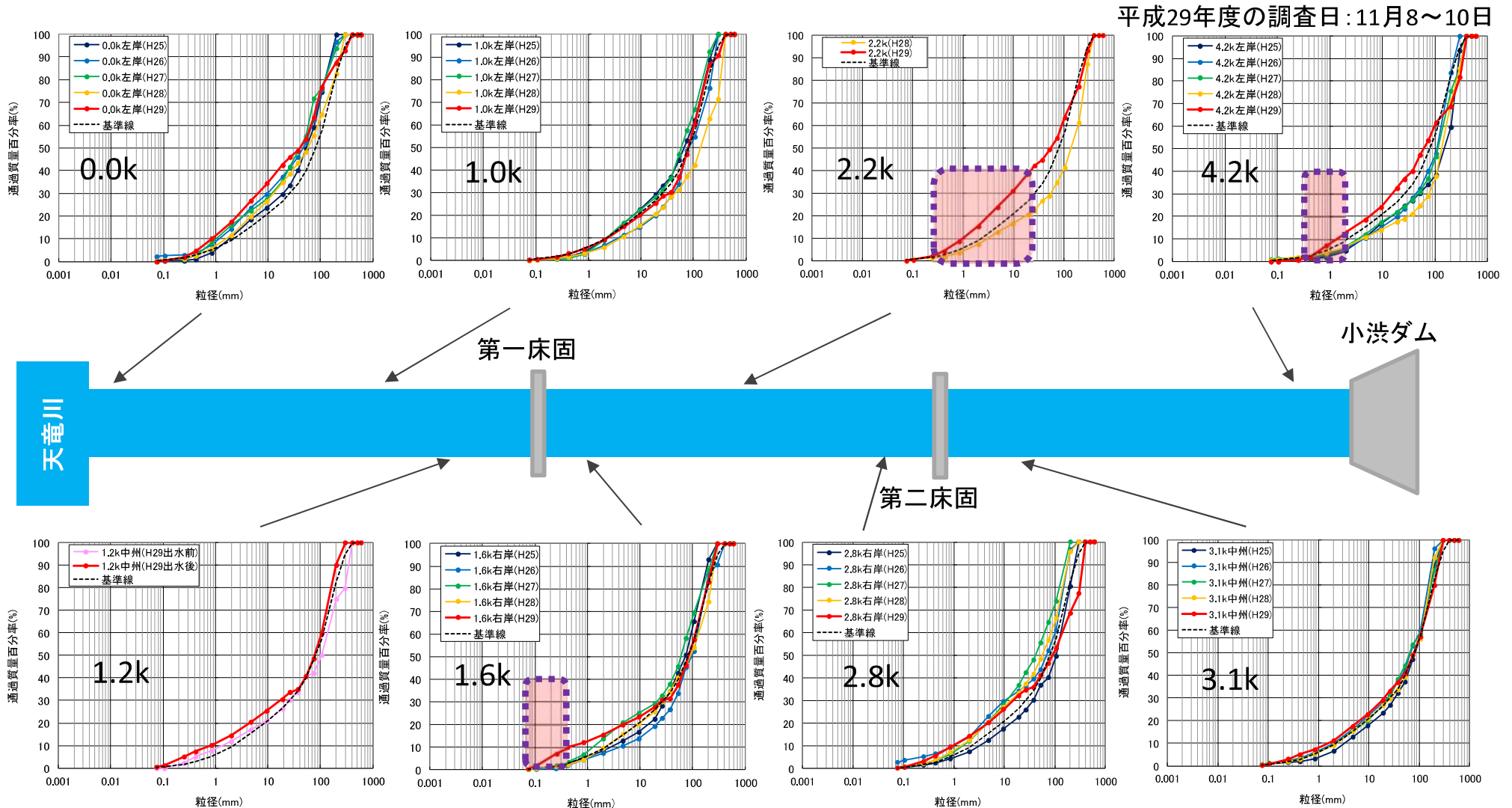
4.2k容積サンプリング法



5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（容積サンプリング）

【ダム下流の土砂バイパス運用後の河床材料（表層）の変化】

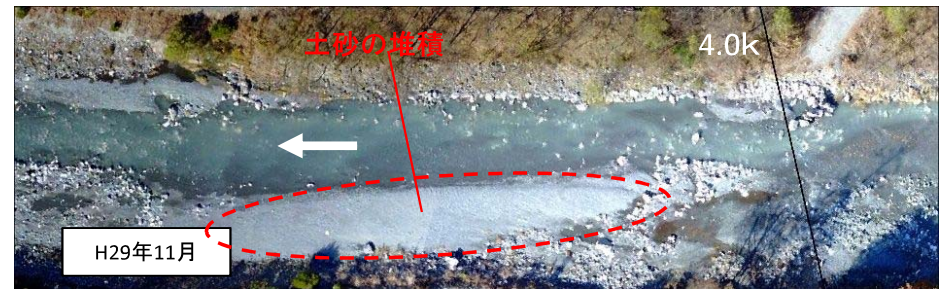
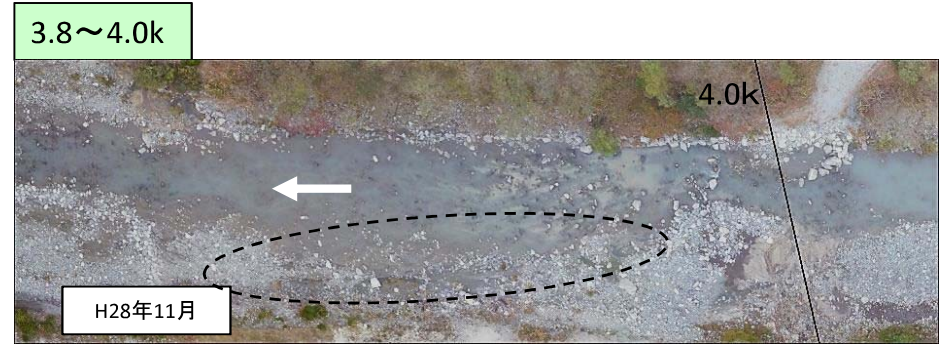
○ 平成25年から平成28年までは、大きな変化はなかったが、平成29年度の出水後調査では、一部 1.6k、2.2k、4.2k(紫色枠)でやや細粒土砂が増加した。



※基準線: H23～29年のダム下流全地点の平均

5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（景観：航空写真撮影）

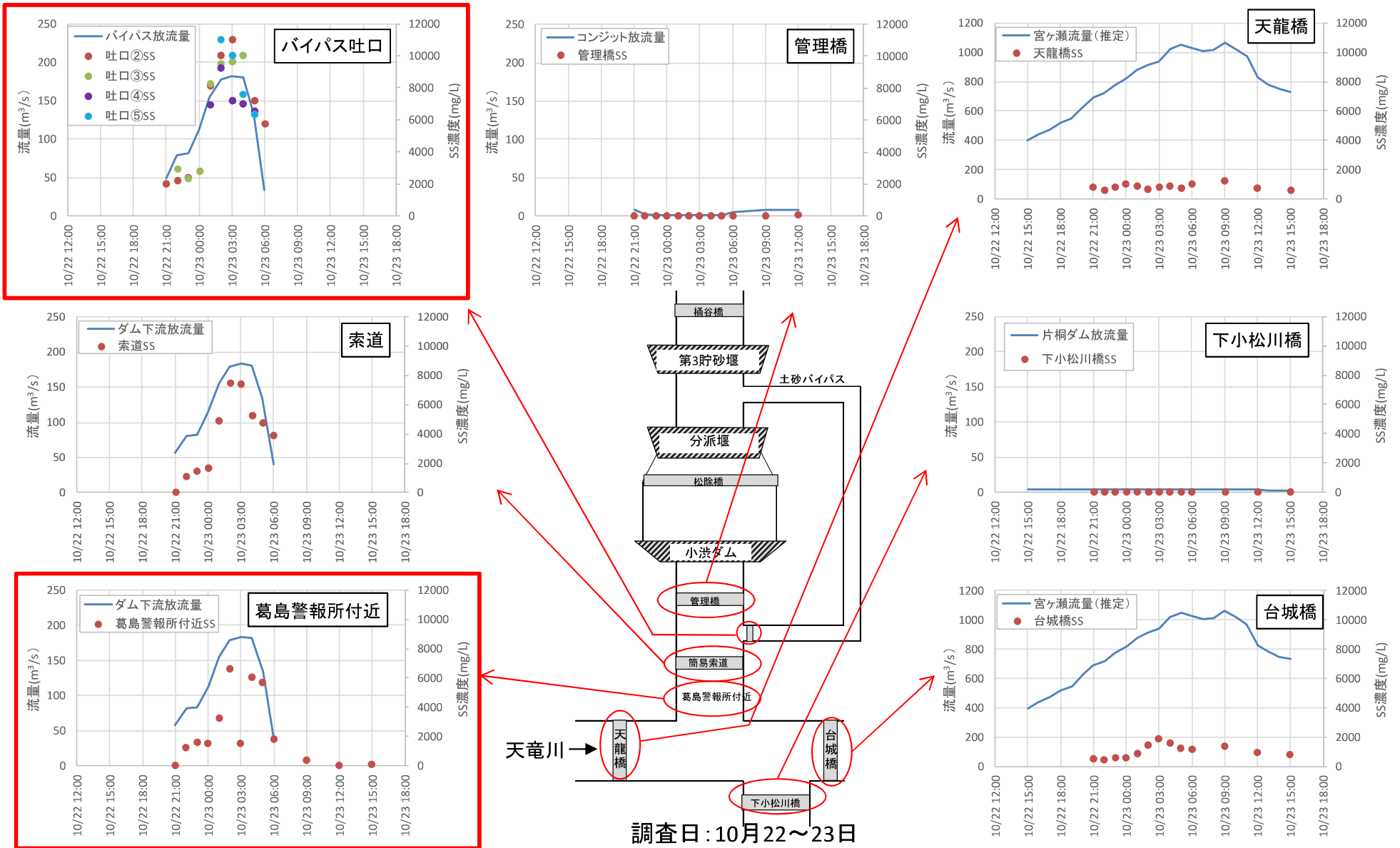
○ 水際部に細粒分が堆積している。



5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果 (10/22出水時:SS確認状況)

○ 10/22 出水時のSSは、バイパス吐口で最大11,000mg/Lであったが、小渋川下流(距離標1.3k、区間距離3.5km)では、最大6,600mg/Lであった。

○ 小渋川合流前の天竜橋では810mg/L、合流後の台城橋では1,900mg/Lと上昇した。

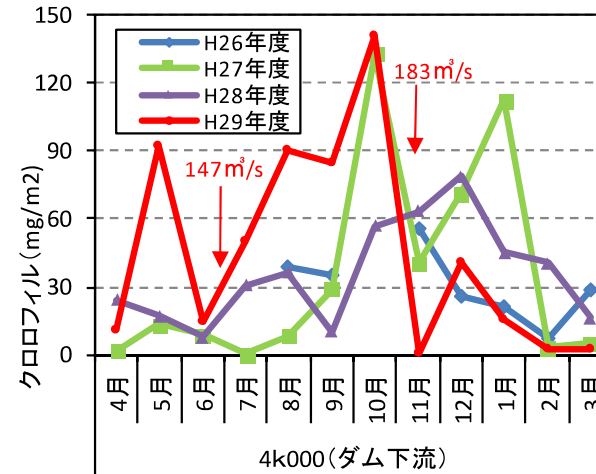
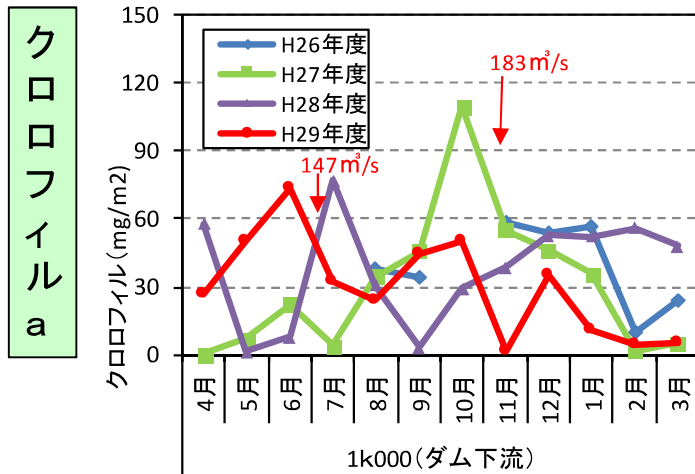


調査日: 10月22~23日

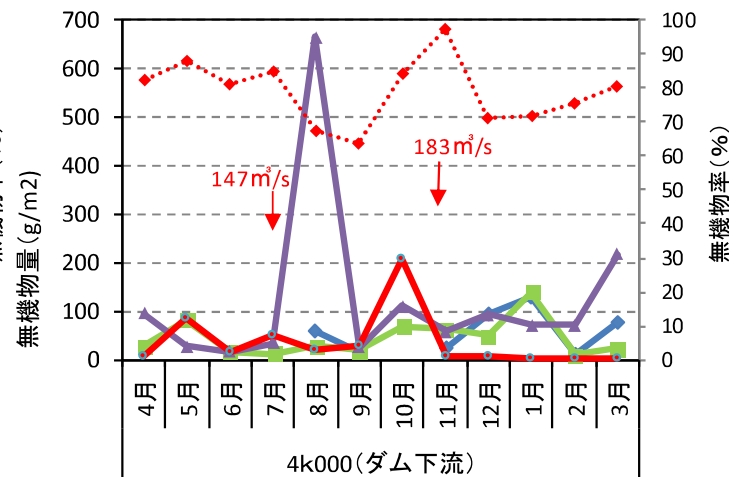
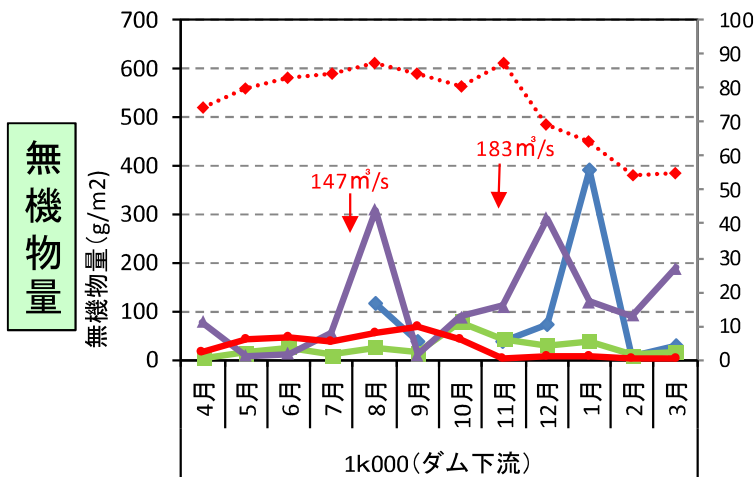
5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（生物環境：付着藻類調査）

【経年確認状況】

- 一般的に不規則に発生する出水により剥離し、そののちに再生長する。
- 平成29年7月の約150m³/sの出水ではあまり減少せず、10月末の180m³/s以上の出水で減少した。
- 優占する藻類は主に珪藻類(ツメワカレケイソウ)だった。
- 土砂バイパストネル運用に伴う土砂供給の影響として、明確な傾向はみられなかった。



調査日	出水日	ダム下流放流量 (m ³ /s)	バイパス放流量 (m ³ /s)
7/19	7/4	147	88
11/17	10/23	183	183



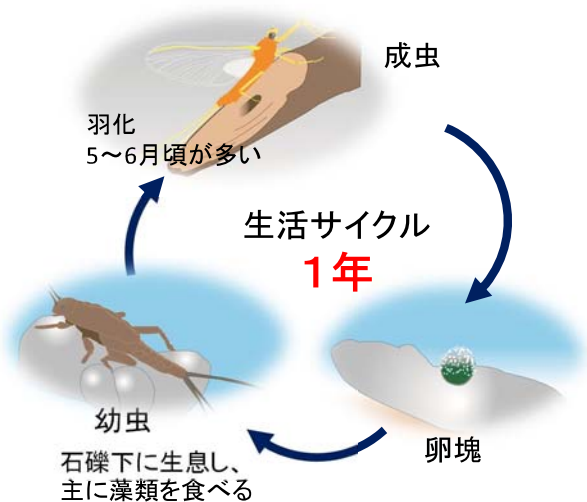
5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果 (生物環境：底生動物調査)

【地点を代表する底生動物】

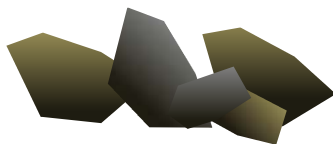
床固下流

シロタニガワカゲロウ

匍匐型



生息に適した河床材料
石・礫
(平瀬)



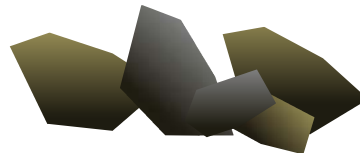
床固上流

ウルマーシマトビケラ

造網型



生息に適した河床材料
石・礫
(早瀬)



ダム上流・床固下流

ユスリカ類

掘潜型

ヤマユスリカ亜科(幼虫) エリユスリカ亜科(幼虫)



生息に適した河床材料
砂・泥
(緩やかな流れ)



5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果 (生物環境：底生動物調査)

【経年確認状況】

- 個体数は、H29に過去最少となった。1.0k地点では近年減少傾向。
- 個体数割合では、H29は匍匐型の割合が高くなった。
(これまでは、経年的に造網型種の構成割合が多かった。)
- 水辺の国勢調査においても、過去と比べ造網型、固着型が少なく、匍匐型が多かった。



小渋川 1k での調査例
※水国に準拠し瀬付近において定量採取を実施

小渋川 1k - 4k 経年比較

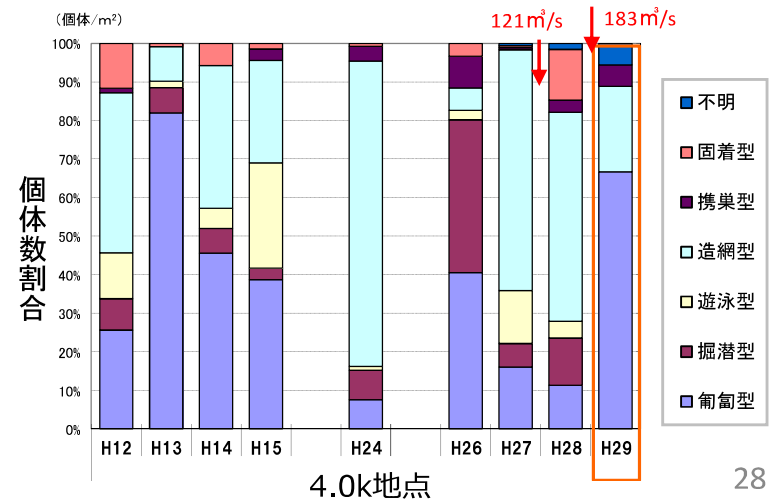
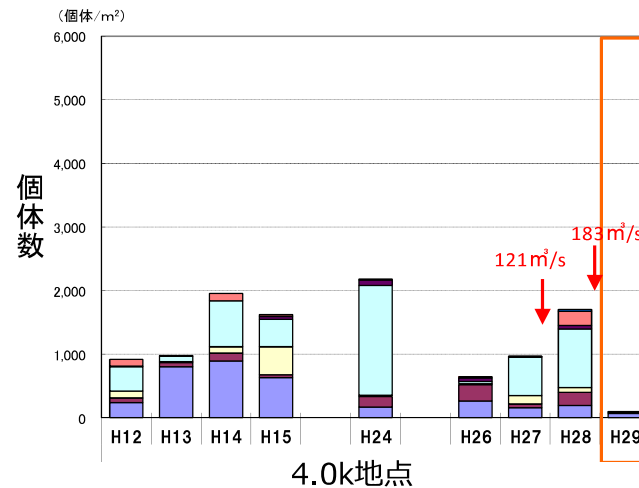
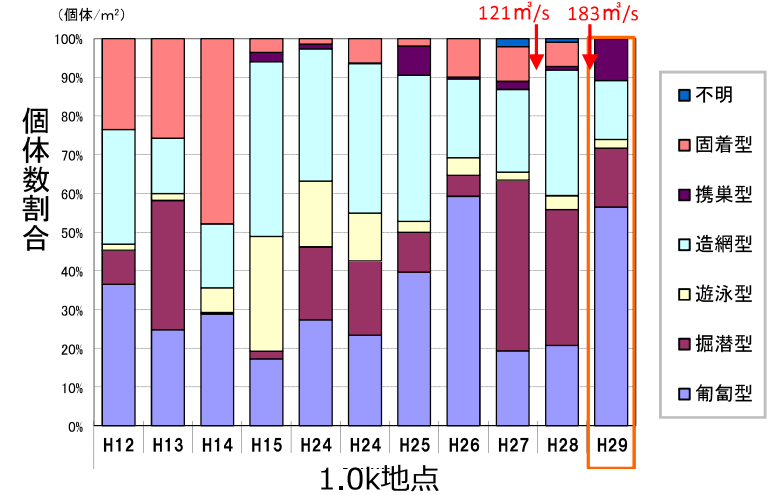
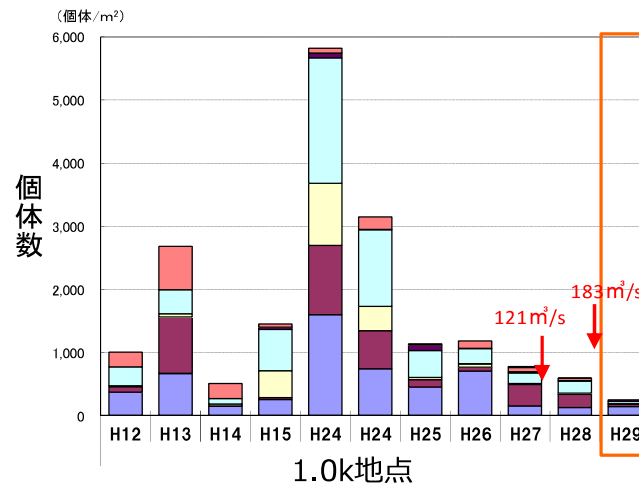


ダム下流区間：1k000



ダム下流区間：4k000

生活型別の個体数(左)及び割合(右)の経年変化 (調査日:出水期後、平成29年度:11/7-10)

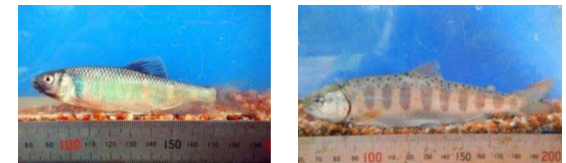
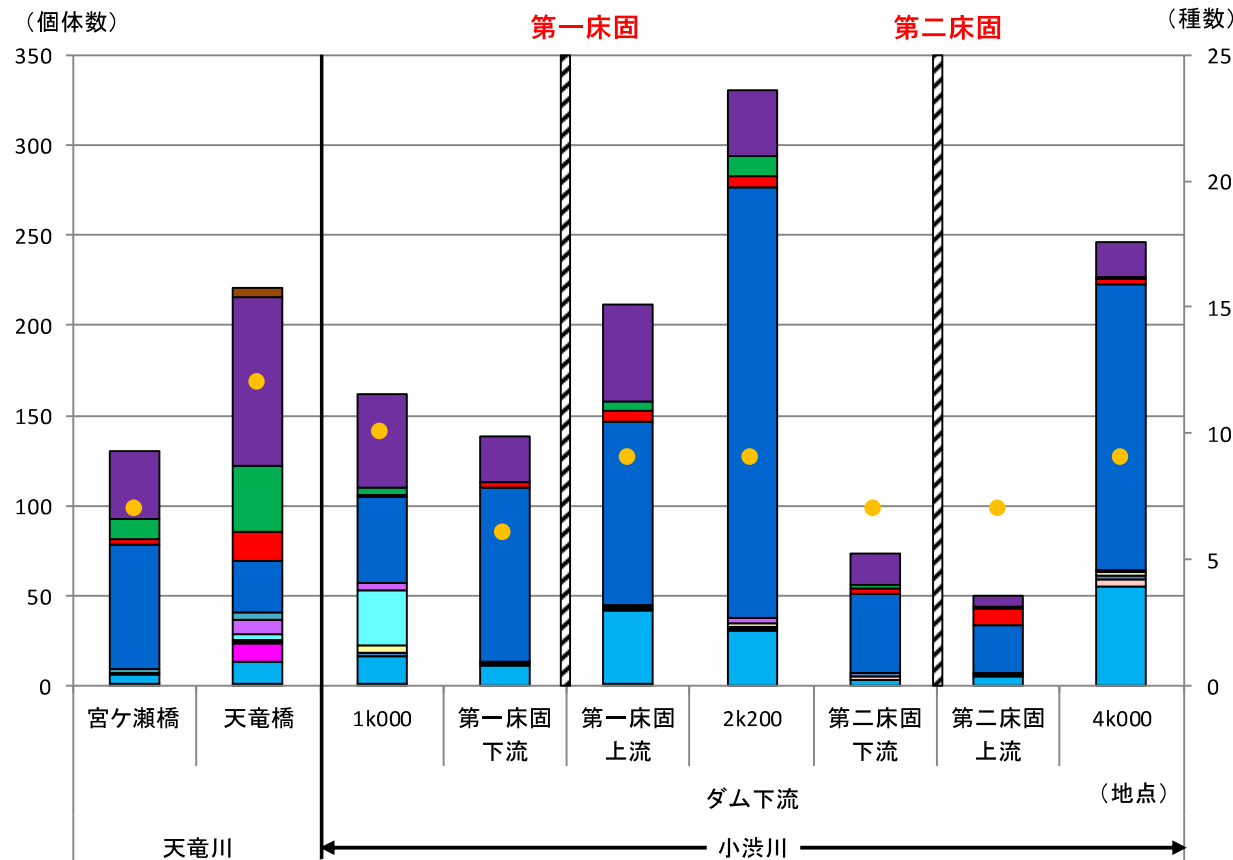


5. 平成29年度 環境モニタリング調査の結果（生物環境：魚類調査）

【平成29年度モニタリング調査による魚類の縦断的な分布状況】

- 平成29年は比較的大きな淵を持つ2.2kと4.0kで個体数が多かった。
- 小渋川の個体数や種数が変化しているのに対して、天竜川では種の構成割合が若干変化しているものの個体数や種数の変化は小さい。
- 河川水辺の国勢調査では、小渋川より天竜川で多くの種が確認され個体数も多かった。
- 重要種のアカザH28に小渋川で60個体確認されていたが、H29は9個体の確認にとどまった。
- 現時点の結果から、土砂バイパスによる影響を評価することは難しい。

魚類縦断確認状況(H29)



オイカワ

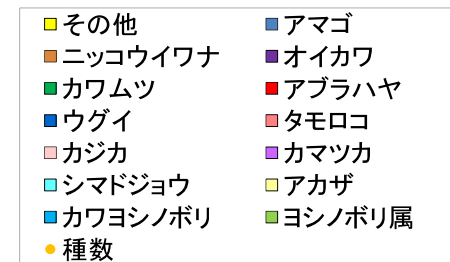
アマゴ



アカザ

環境省：絶滅危惧Ⅱ類
長野県：準絶滅危惧

アカザの生息環境
(下流河川：ダム直下3km)



※棒グラフ：個体数 ●印：種数

調査日：平成29年11月7～10日

6. 土砂バイパス試験運用による環境変化の予測（試験運用後の予測と検証）

【平成29年度 土砂バイパス試験運用後の予測と検証】

- 土砂バイパス試験運用により、ダム下流の河床は表層で細粒分が増加した。
- 底生動物は、年変動、地点間の違いが大きく、影響を判断できない。
- 魚類はバイパス運用前後の調査比較で個体数が減少した種がいるが、経年的に比較すると増加しており、土砂バイパスの影響は今後の試験運用をもって検証する必要がある。

土砂BP試験運用後の予測と検証

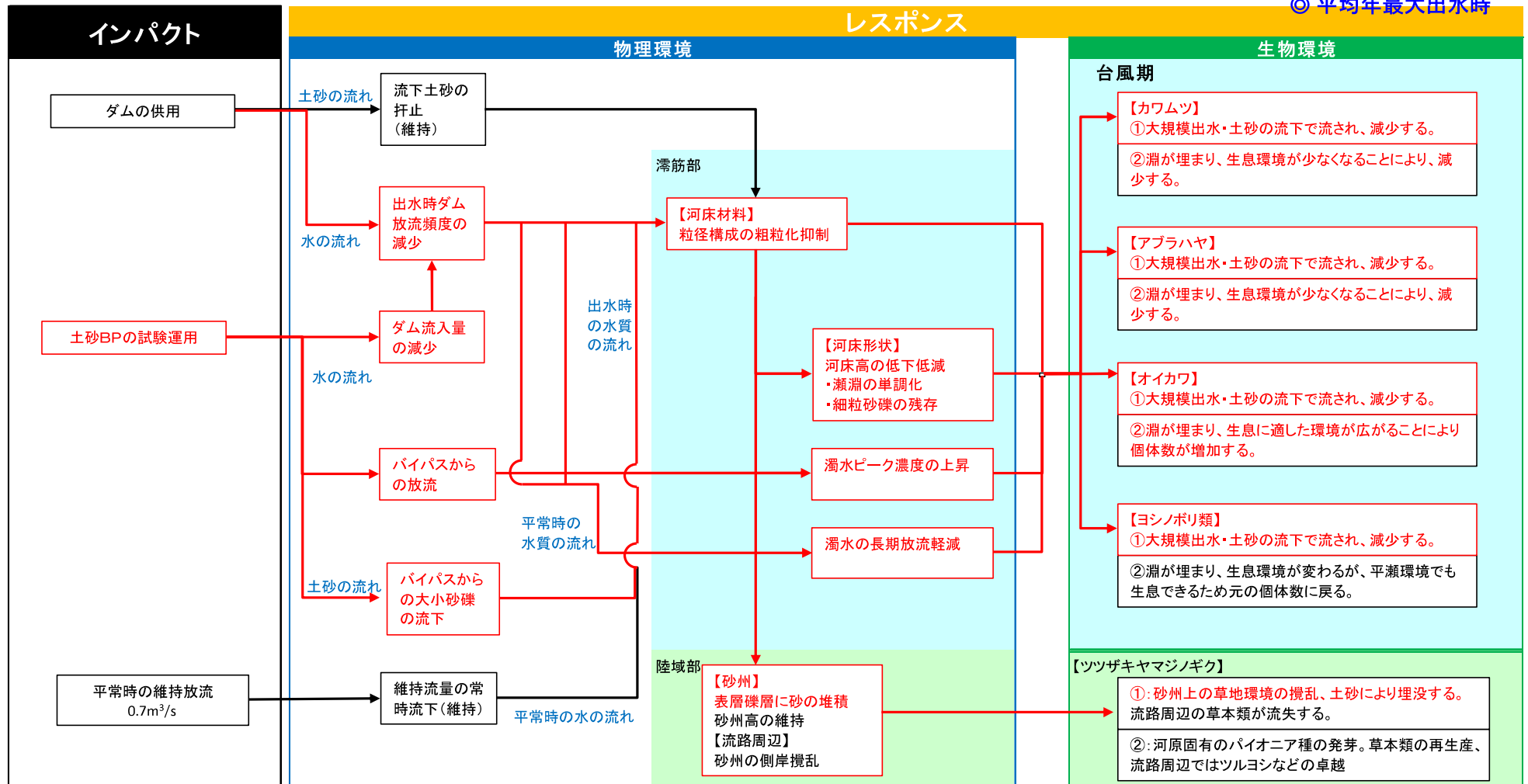
		物理環境			生物環境			
		河床材料	河床形状	水質	付着藻類	底生動物	魚類	陸域植生
土砂BP 試験運用 直後の 予測	水域 -2	床固上流で細粒材料が増加	上流側のみ河床高上昇	ピーク時高濃度	出水により剥離し藻類が減少、後に生長	個体数が減少後、掘潜型などが増加する可能性あり	出水により個体数が減少	土砂による植物の埋没 草本類の流失
	水域 -1	変化なし	変化なし	ピーク時高濃度		出水により個体数が減少		
H29 現地調査 結果	水域 -2	容量サンプリング法では変化なし 表層で細粒材料が増加	変化なし	—	出水により剥離し藻類が減少、後に生長	過年度に対して個体数・種数の傾向的な変化は確認できない	過年度に対して個体数・種数の傾向的な変化は確認できない	ツツザキヤマジノギクが埋没し個体数が変動 (ツツザキヤマジノギクの生育場は創出)
	水域 -1			—				

6. 土砂バイパス試験運用による環境変化の予測（生物環境の予測）

【インパクトレスポンスによる予測】

- 河道形状では淵が埋まり、瀬淵が単調化する。河床材料は細粒材料が増加し礫間の空隙が減少する。
- 淵が浅くなり、流速が増加することにより、カワムツやアブラハヤなど淵を主な生息環境とする魚種は減少し、平瀬などを好むオイカワなどが増加すると予測される。
- 陸域では表層に細砂が堆積し、草地は攪乱され一部土砂で埋没するが、河原固有のパイオニア種が新たに発芽する。

◎ 平均年最大出水時



※要素(箱書き)の①②の意味

①平均年最大出水ピークまたは出水直後の変化・状態、②平均年最大出水が毎年1回10年繰り返されたときの変化・状態

※赤文字、赤枠、赤矢印は土砂バイパス運用前から変化した箇所

6. 土砂バイパス試験運用による環境変化の予測（今後の方針）

- 排砂効率を優先したバイパス運用とモニタリング調査を実施し、状況によって改善策を考える。

【予測結果】

平均年最大放流程度の出水における土砂バイパスの運用により、アーマーコート化していたダム下流は砂が増え、今後物理および生物環境が変わっていくことが予測された。



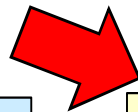
【土砂バイパス運用方法】

平均年最大放流程度の全量バイパスを一度経験しただけであるため、今後は土砂バイパスからの効率的な排砂を優先し、ダム貯水池への分派率や流量規模と土砂収支の関係の把握に努める。



【モニタリング調査方針】

砂が蓄積していく状況での環境の変化の把握に努める。



ダム供用前の状態への変化と考えられるようなものは許容する。

砂河川に変わるほどの細粒材料の堆積が進行した場合は、データの蓄積を十分とした後に、フラッシュ放流等の方法で改善を試みる。

土砂の供給量はダム供用前の状態に近づくが、流況は変わらないため、ダム供用前とは異なる環境となると考えられる。



年間20,000m³の砂がバイパスされ、ダム下流5km区間に川幅100mで堆積すると仮定すると、4cmの堆積厚に相当する。



ご清聴ありがとうございました。