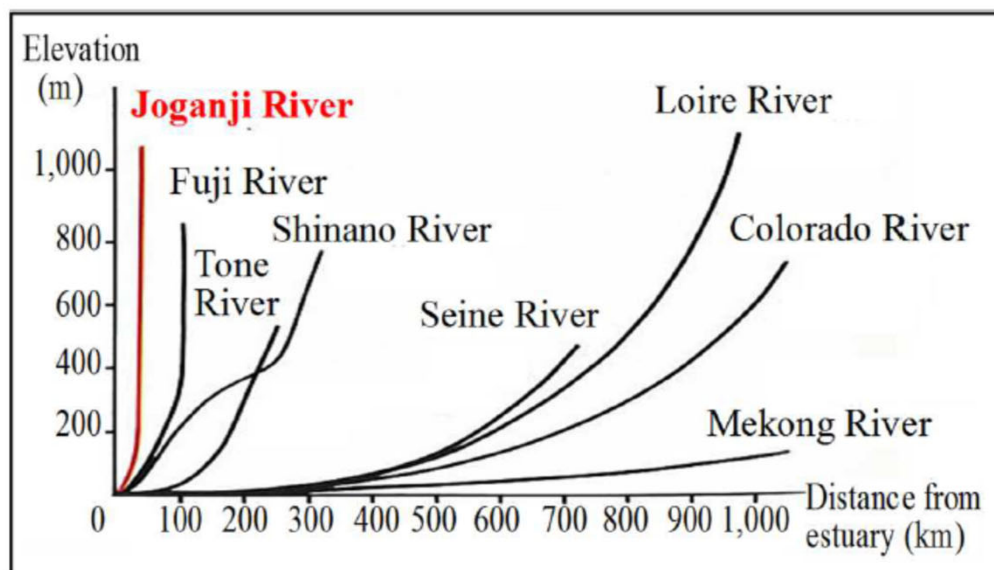
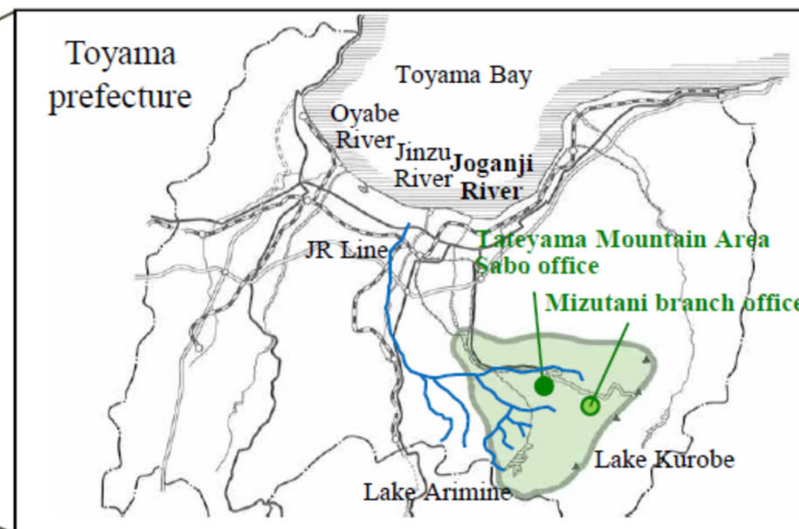
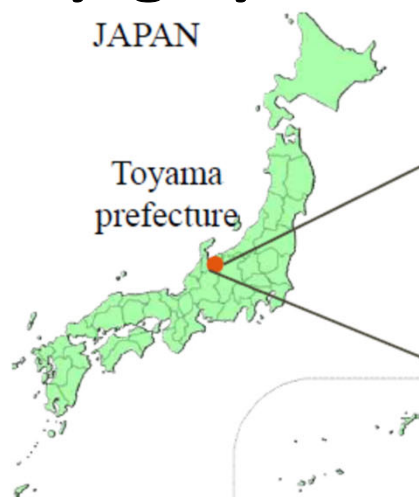


# 常願寺川での水+土砂観測とDX, シャッターの試験運用(仮題)

伊藤隆郭 (中央研究所, 日本工営)

常願寺川流域(JyogANJI River Basin)



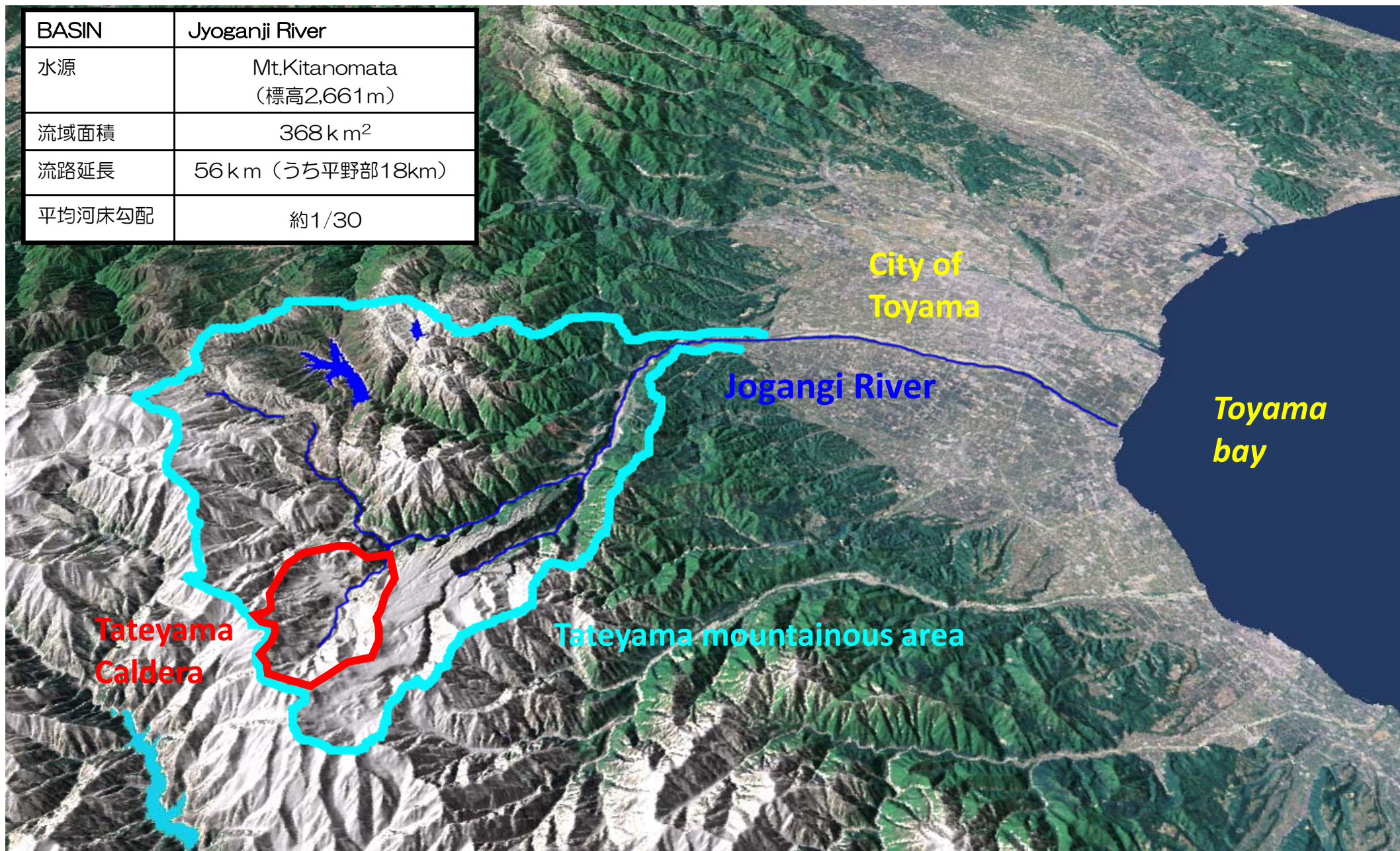
Slope of the Joganji riverbed relative to other of other rivers



Upstream area of the Joganji River; Tateyama Caldera



BASIN	Jyoganji River
水源	Mt.Kitanomata (標高2,661m)
流域面積	368 km <sup>2</sup>
流路延長	56 km (うち平野部18km)
平均河床勾配	約1/30





## 観測所の平面配置

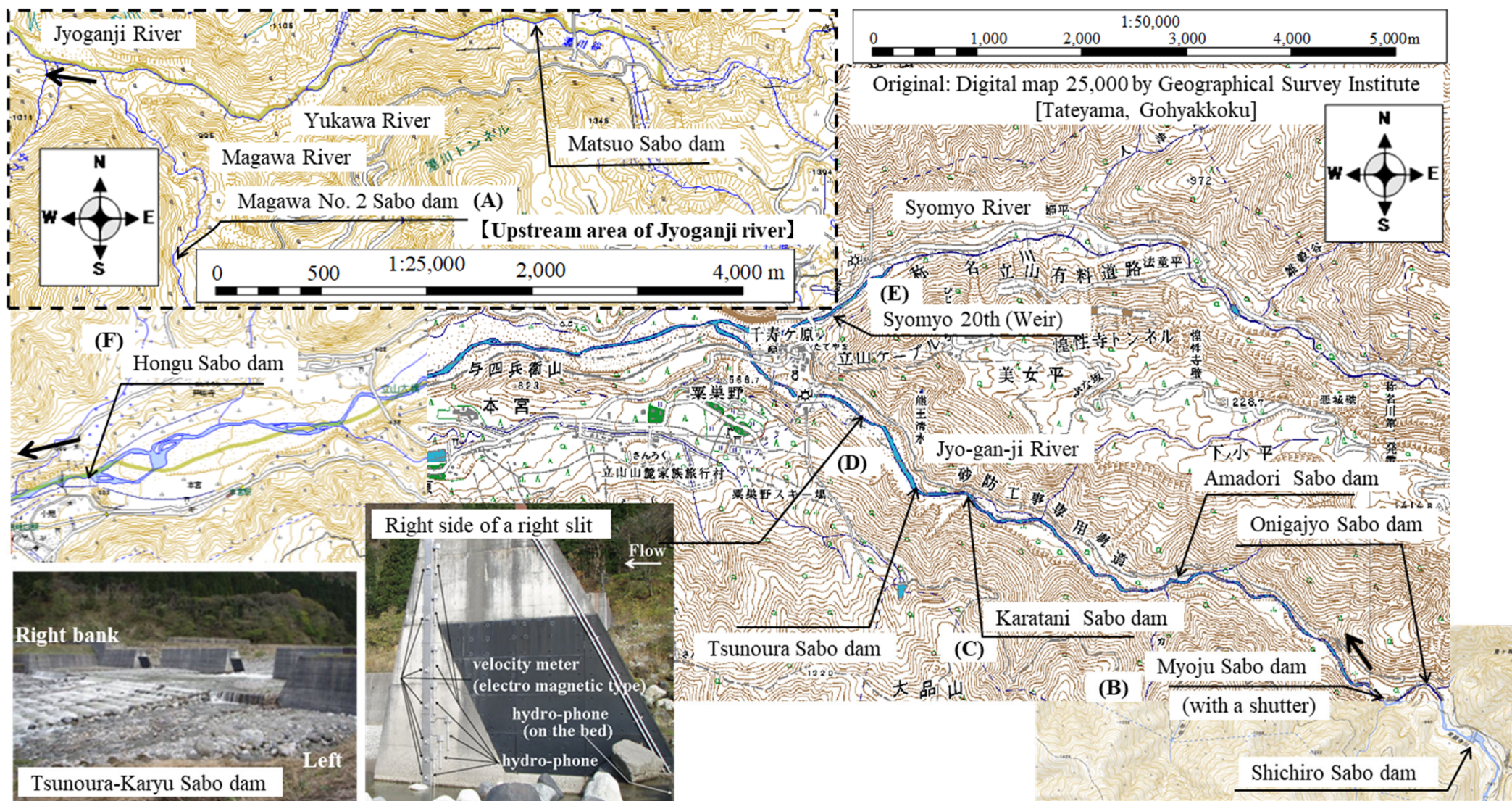


図 常願寺川流域と観測所の配置



# 観測所（堰堤）と河床縦断分布

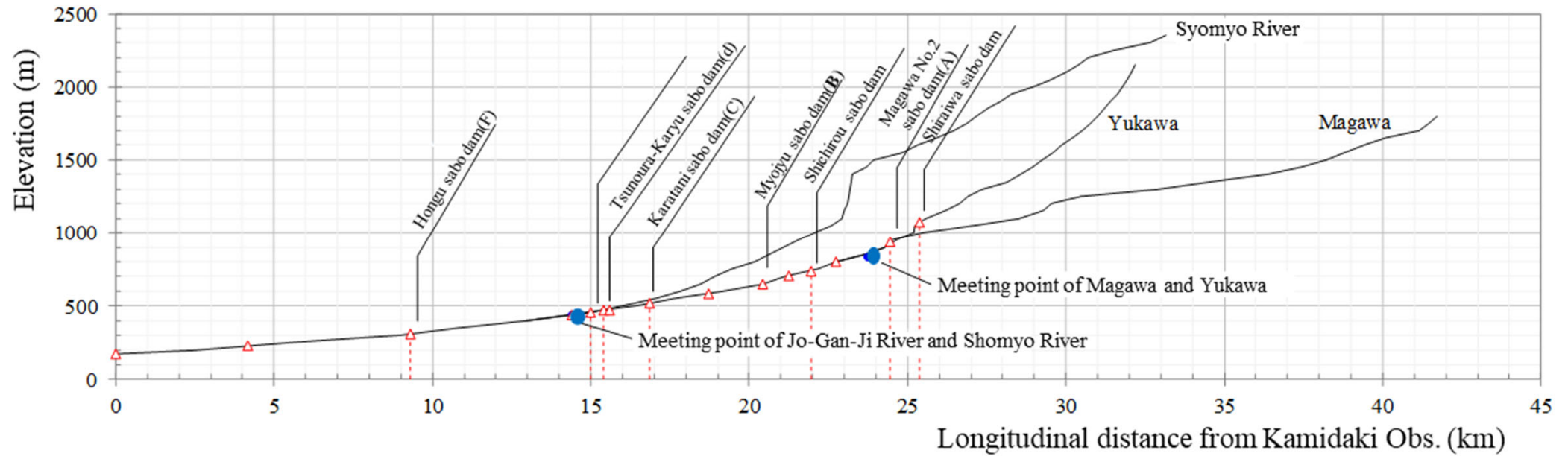


図 常願寺川の河床縦断分布



# 観測所（堰堤）と河床縦断分布

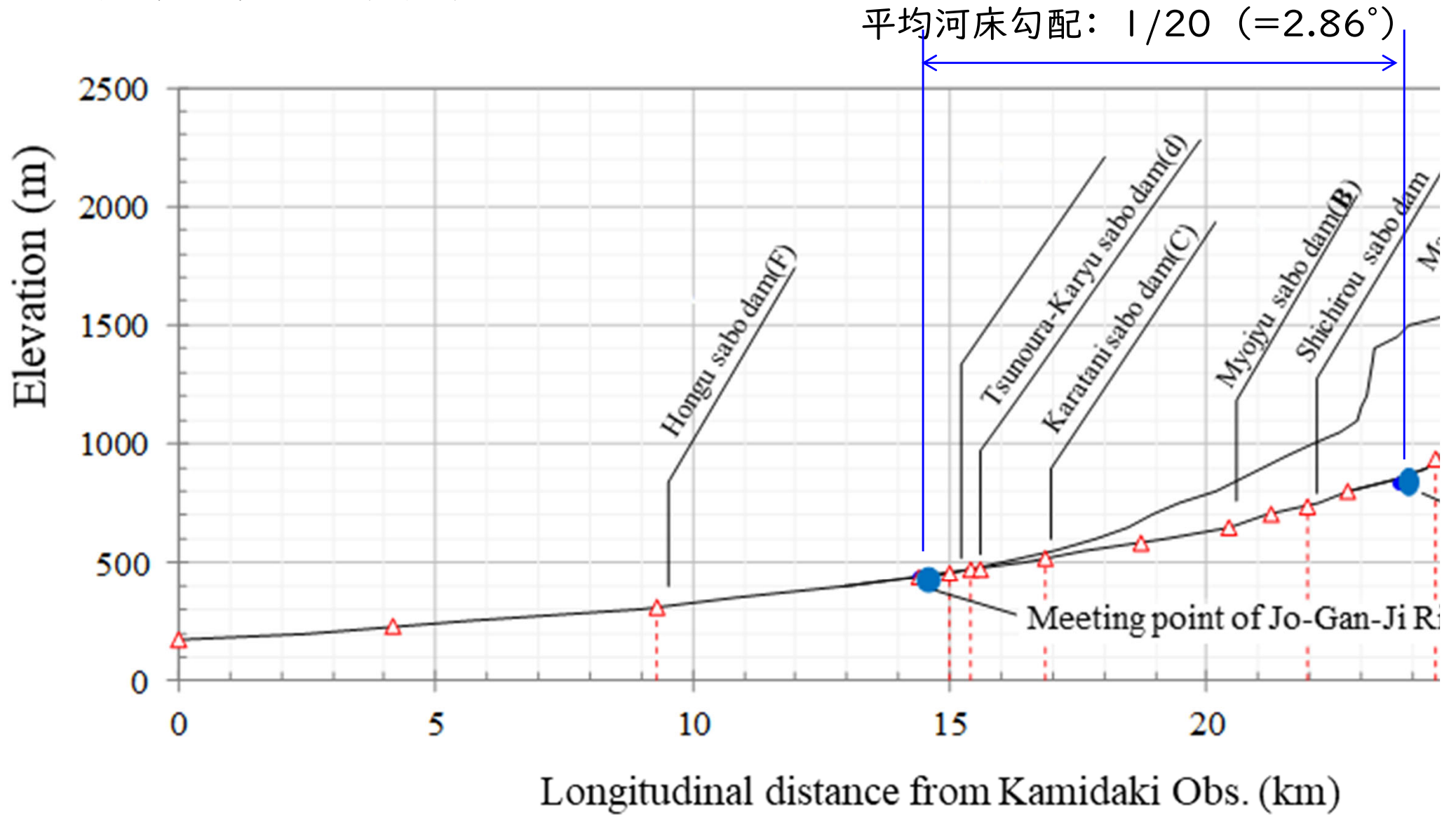


図 常願寺川の河床縦断分布



# 観測所（堰堤）と河床縦断分布

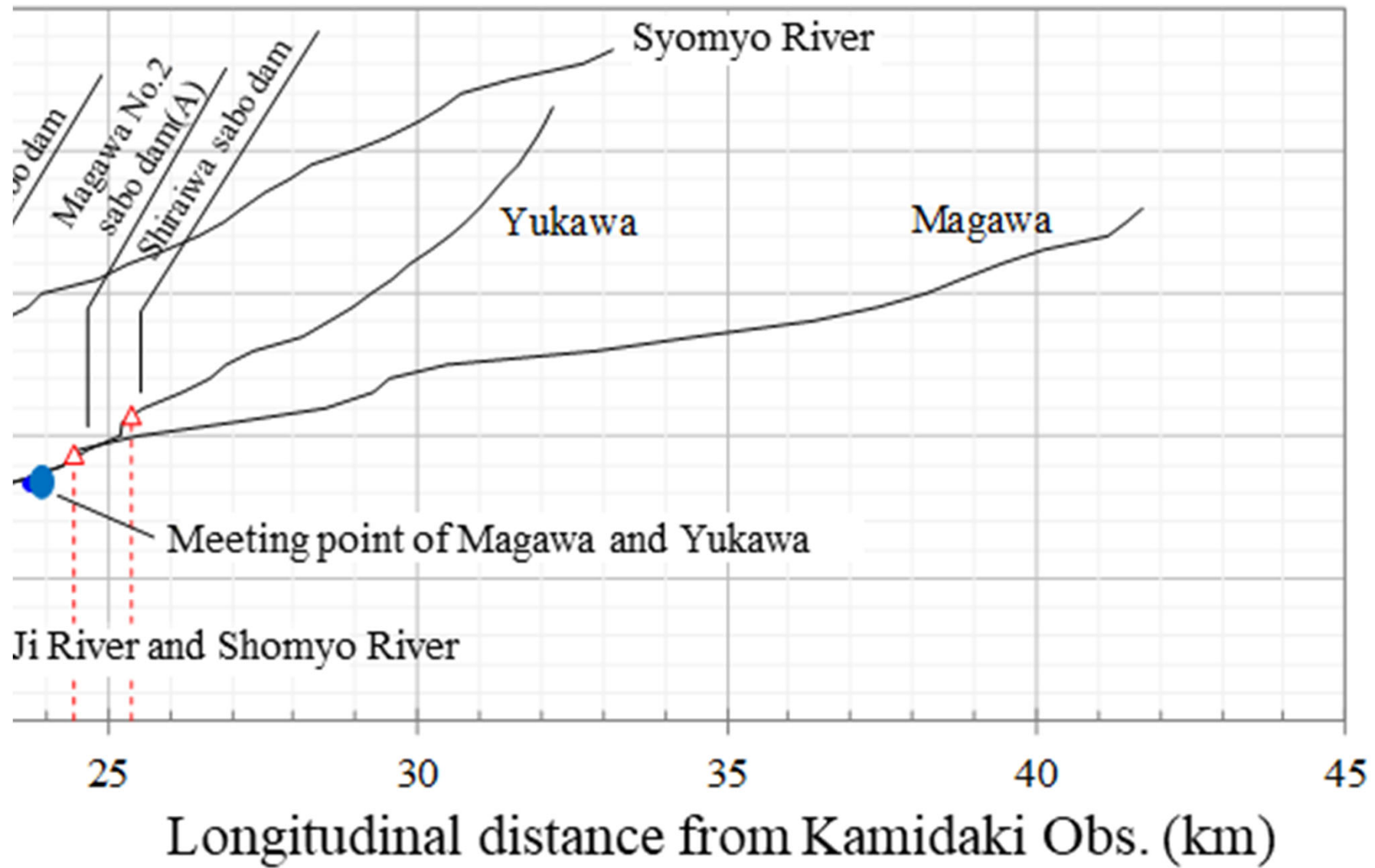
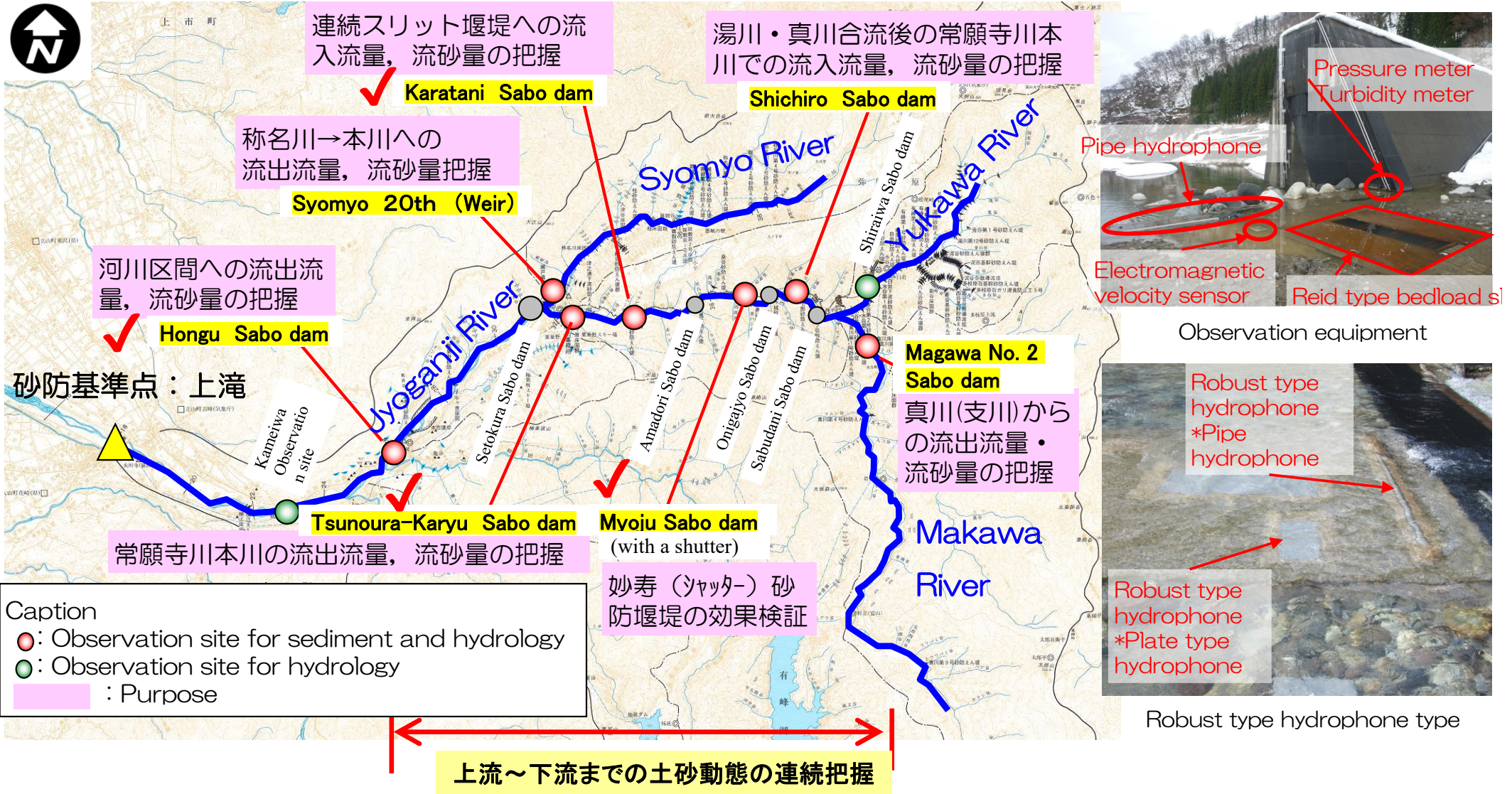


図 常願寺川の河床縦断分布



# 流砂観測

- 2001年～ 津之浦下流堰堤のサイトで流砂観測を開始
- 2008年～ 本宮堰堤, 上滝床固工で, 流砂と水文・水位の観測を開始
- 2009年～ 空谷堰堤, 称名堰堤, 妙寿堰堤, 真川2号堰堤, 七郎堰堤, これらと先の3つの合計7サイトで連続的な流砂と水文・水位の観測を開始
- ✓ 観測機器: ハイドロフォン (パルプ型), 濁度計, 水位計, 底面流速計
- ✓ 掃流砂の計測機器: 流砂の衝突から計器の破壊を防ぐため, ロバストタイプ (肉厚型, フレート型) を適用



Caption  
 ●: Observation site for sediment and hydrology  
 ●: Observation site for hydrology  
 [Pink box]: Purpose

図 常願寺川の観測機器の平面配置



# 観測所，データ伝送・収集（光ケーブル，事務所サーバーに保存）

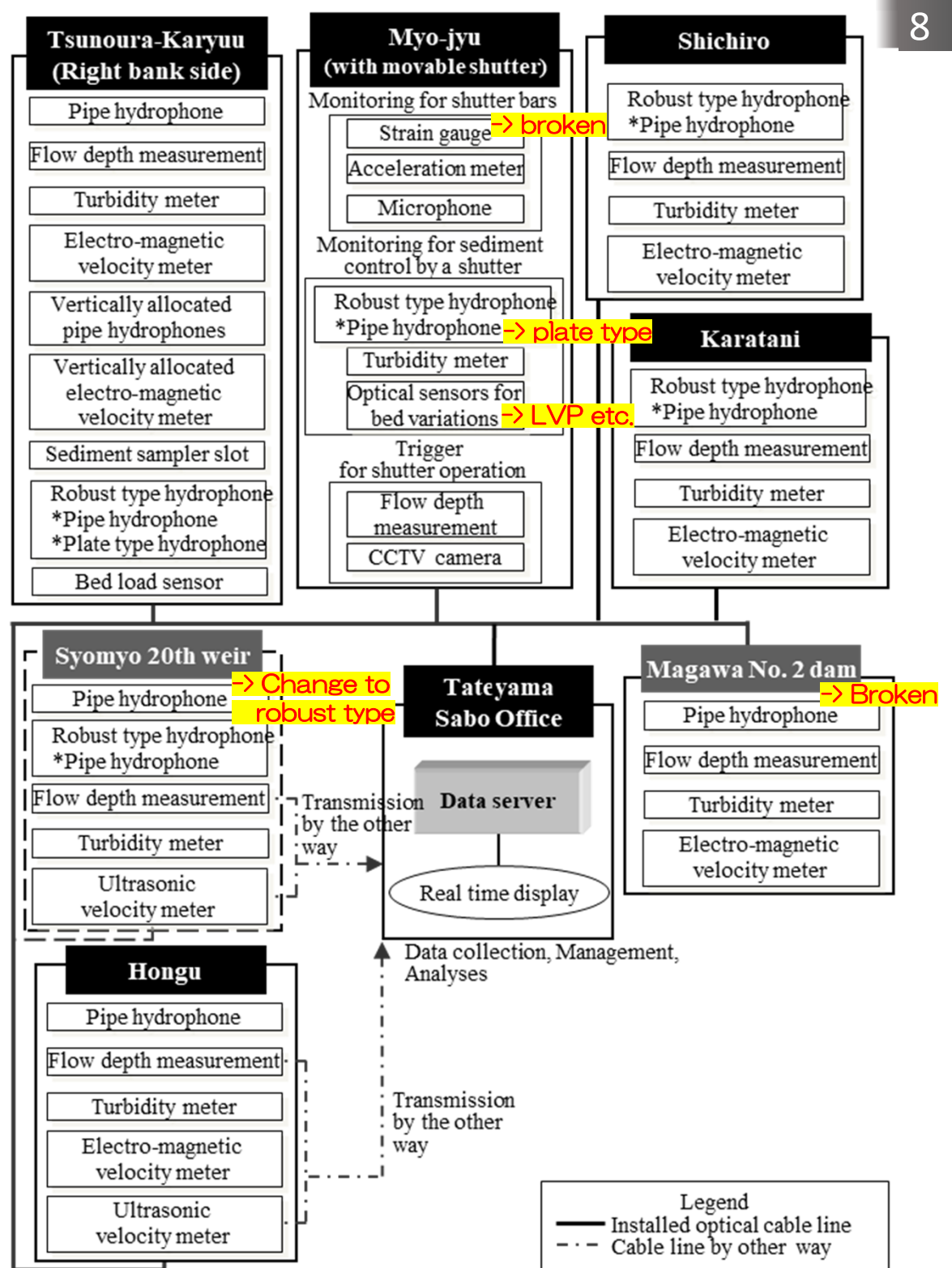
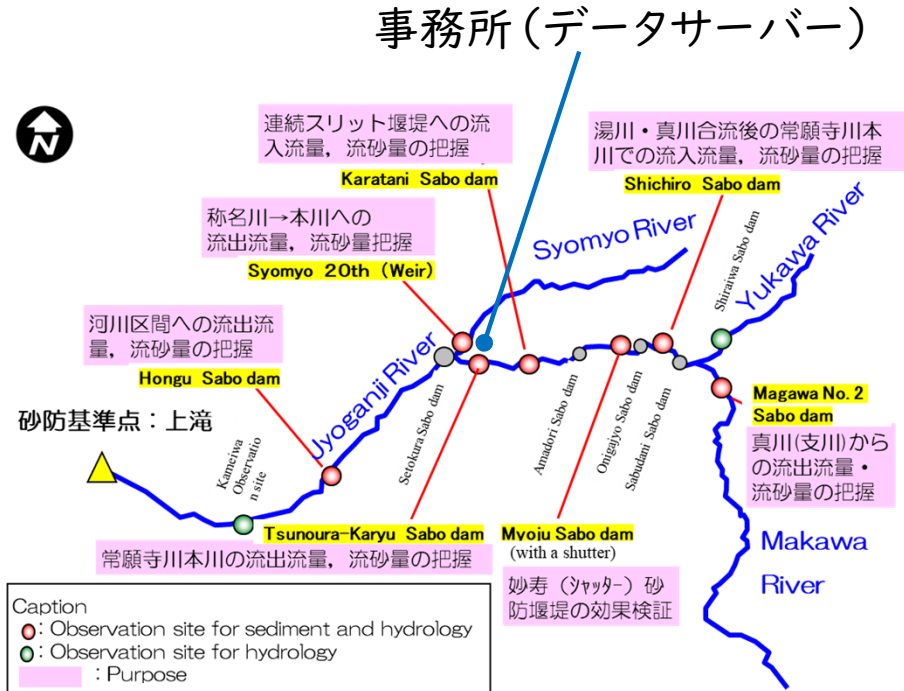


図 常願寺川でデータ収集・集積

# これまでの観測で得られた成果

## ・経年的な流砂量の把握 (センサーによる計測を通じて)

表 常願寺川でのハイドロフォン、濁度計による掃流砂・細粒成分の観測値から得られる月表

### 掃流砂

	Tsunoura-Karyu		Hongu	
	Bedload discharge(m <sup>3</sup> )		Bedload discharge(m <sup>3</sup> )	
	No voids	Including voids	No voids	Including voids
01/2020	0	0	16	27
02/2020	18	30	13	22
03/2020	15	25	3	5
04/2020	7	12	1	2
05/2020	549	915	83	138
06/2020	914	1,524	536	894
07/2020	4,253	7,088	1,273	2,122
08/2020	2	3	0	0
09/2020	0	0	0	0
10/2020	15	25	0	0
11/2020	6	10	20	34
12/2020	0	0	0	0
total	5,779	9,631	1,946	3,244
01/2021	105	174	0	0
02/2021	96	160	0	0
03/2021	28	46	0	0
04/2021	170	283	32	53
05/2021	1,601	2,668	1,251	2,085
06/2021	133	222	12	19
07/2021	444	740	620	1,034
08/2021	1,275	2,126	1,055	1,758
09/2021	0	0	6	9
10/2021	0	0	0	0
11/2021	0	1	0	0
12/2021	0	0	0	0
01/2022	108	181	0	0
total	3,961	6,602	2,976	4,960

### 細粒成分(浮遊砂と云うよりwash load)

	Tsunoura-Karyu		Hongu	
	Fine sediment discharge(m <sup>3</sup> )		Fine sediment discharge(m <sup>3</sup> )	
	No voids	Including voids	No voids	Including voids
01/2020	106	177	262	436
02/2020	263	439	433	722
03/2020	294	490	4,211	7,019
04/2020	413	688	219	364
05/2020	3,891	6,484	2,328	3,880
06/2020	13,316	22,193	25,785	42,975
07/2020	19,168	31,946	33,459	55,766
08/2020	0	0	1,287	2,145
09/2020	0	0	384	639
10/2020	4	7	436	727
11/2020	0	0	203,704	339,507
12/2020	0	0	5,057	8,428
total	37,454	62,423	277,565	462,608
01/2021	0	0	8,572	14,286
02/2021	0	0	7,653	12,755
03/2021	616	1,027	3,969	6,615
04/2021	0	0	574	956
05/2021	2,330	3,884	44	73
06/2021	0	0	21	35
07/2021	1,117	1,861	35	58
08/2021	0	0	33	54
09/2021	0	0	20	33
10/2021	0	0	14	24
11/2021	0	0	12	21
12/2021	0	0	16	26
01/2022	0	0	12	21
total	4,064	6,773	20,975	34,958

・観測成果より、掃流砂量・細粒成分(浮遊砂量)の総量の算出は可能となった。

#### —課題—

・算出されている流砂量は、パイプハイドロフォンと観測桁の相関より得られた単位幅流砂量からの想定値であるため、精度の信頼性がまだ十分ではない

・月別の流砂量は測量成果との比較が可能となったが、これらの比較についてはまだ未検証である

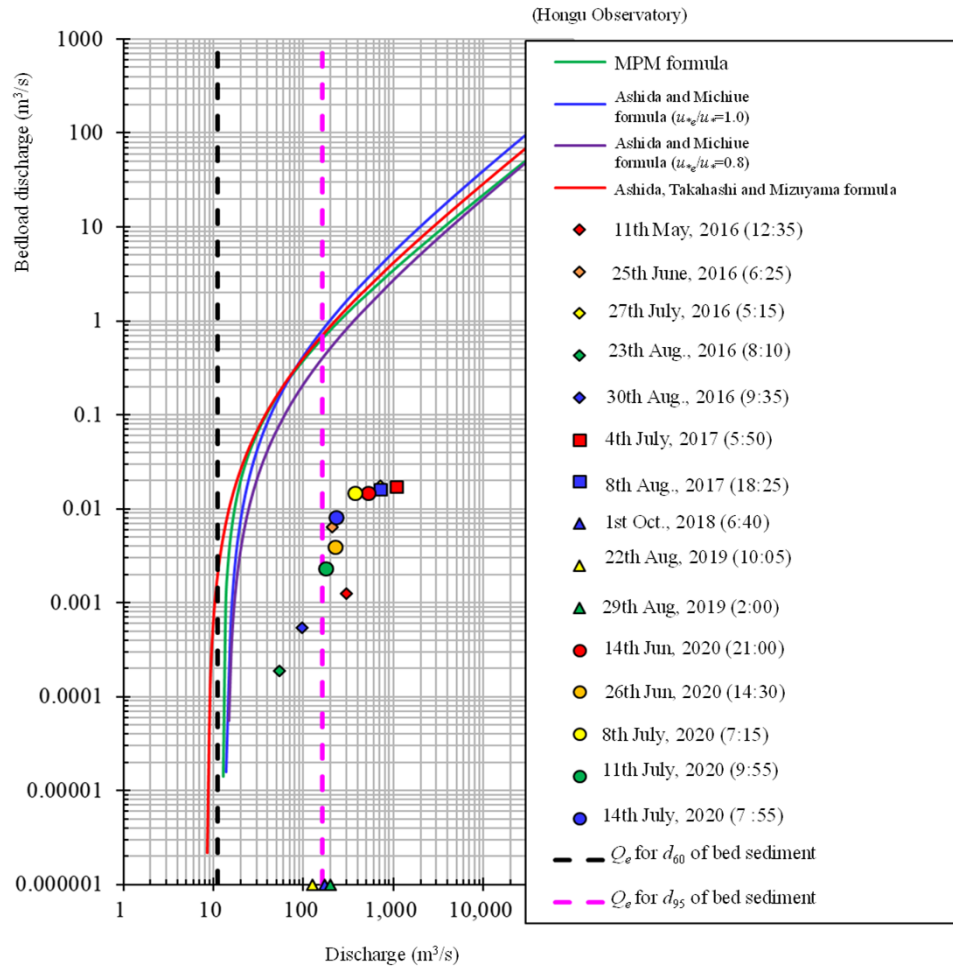


# これまでの観測で得られた成果

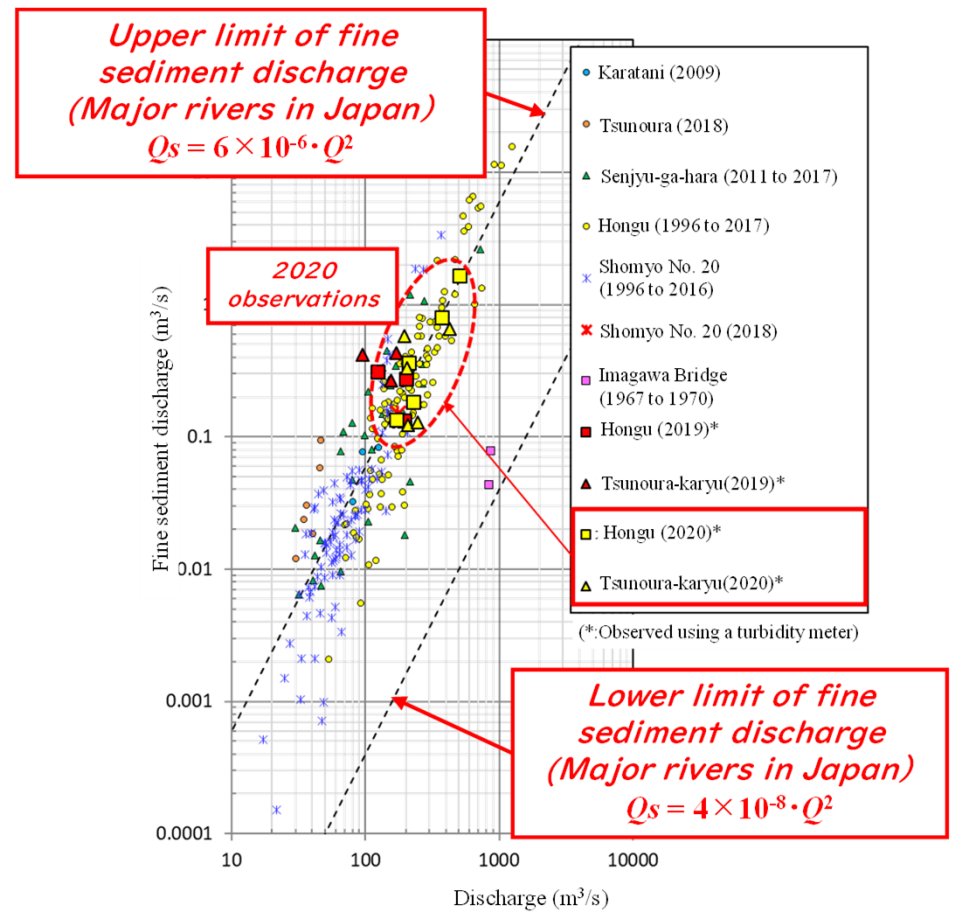
## ・土砂移動特性の把握 (理論値と観測値の比較)

- ✓ 流量と流砂量の計測結果と平衡掃流砂量式との比較ができるようになってきた
- ✓ ⇒現状の土砂移動特性を示すことができる

### 掃流砂



### 細粒成分 (浮遊砂と云うより wash load)



通常時(計測時)の土砂移動量が低い。このことから、比較的安定した流砂環境と想定される。

現在は細かい土砂が卓越している。

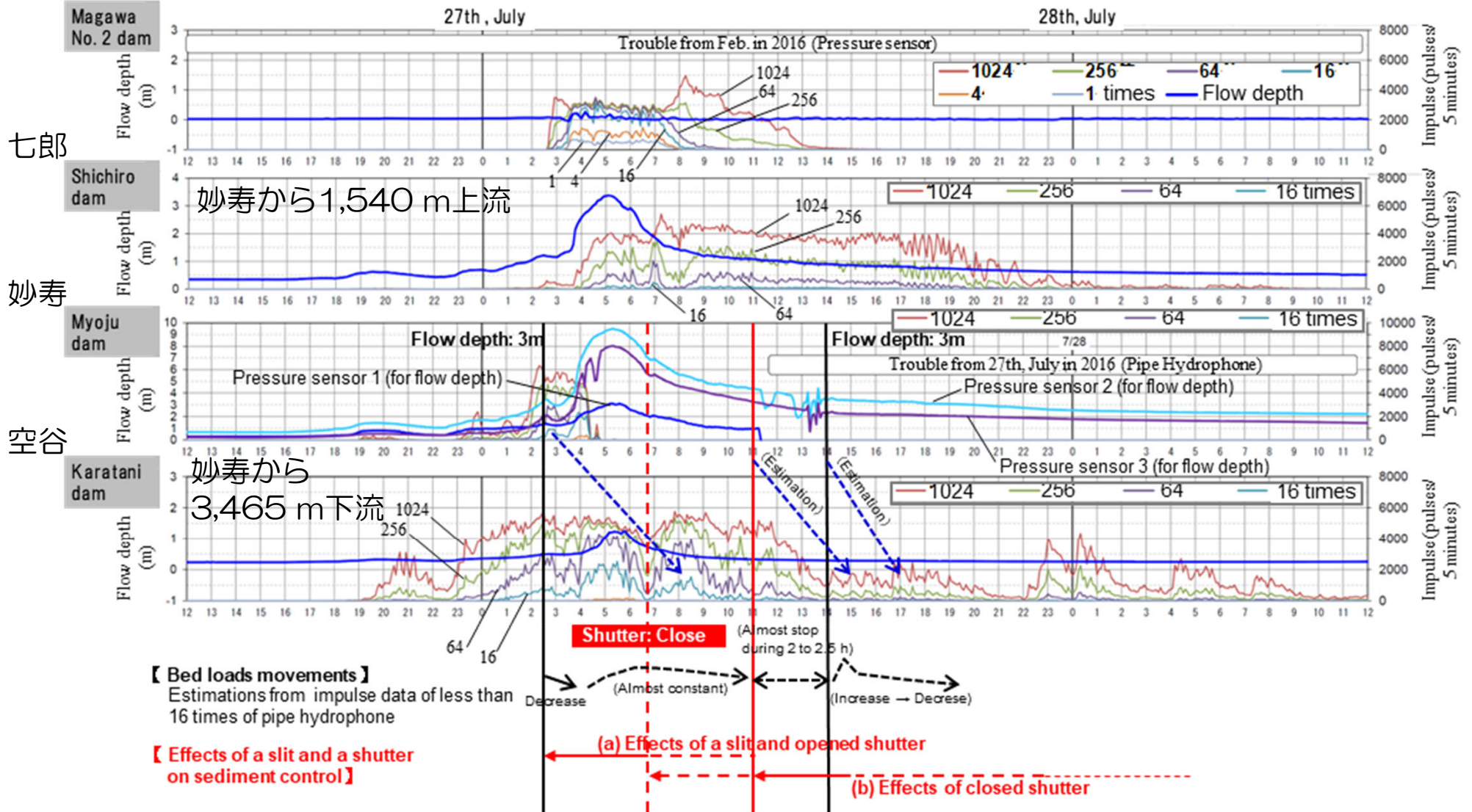
図 常願寺川での流量と流砂量の関係 (本宮:掃流砂, 本宮・津ノ浦下流:細粒成分, 流量は等流計算)

# これまでの観測で得られた成果

## ・土砂移動の伝搬性の把握

- ✓ ピーク流量・流砂量計測値の発現時のギャップが読み取りができた。縦断的に連続的な観測により、土砂移動の伝搬性が把握可能となった。
- ✓ それぞれの観測地点間の距離から試算することで、大凡、 $50 - 200 \text{ m/minute} (= 0.833 - 3.33 \text{ m/s})$ で土砂移動が下流へ伝播している事が分かってきた (下図：2016年7/26~7/27出水)

真川2号





## これまでの観測で得られた成果

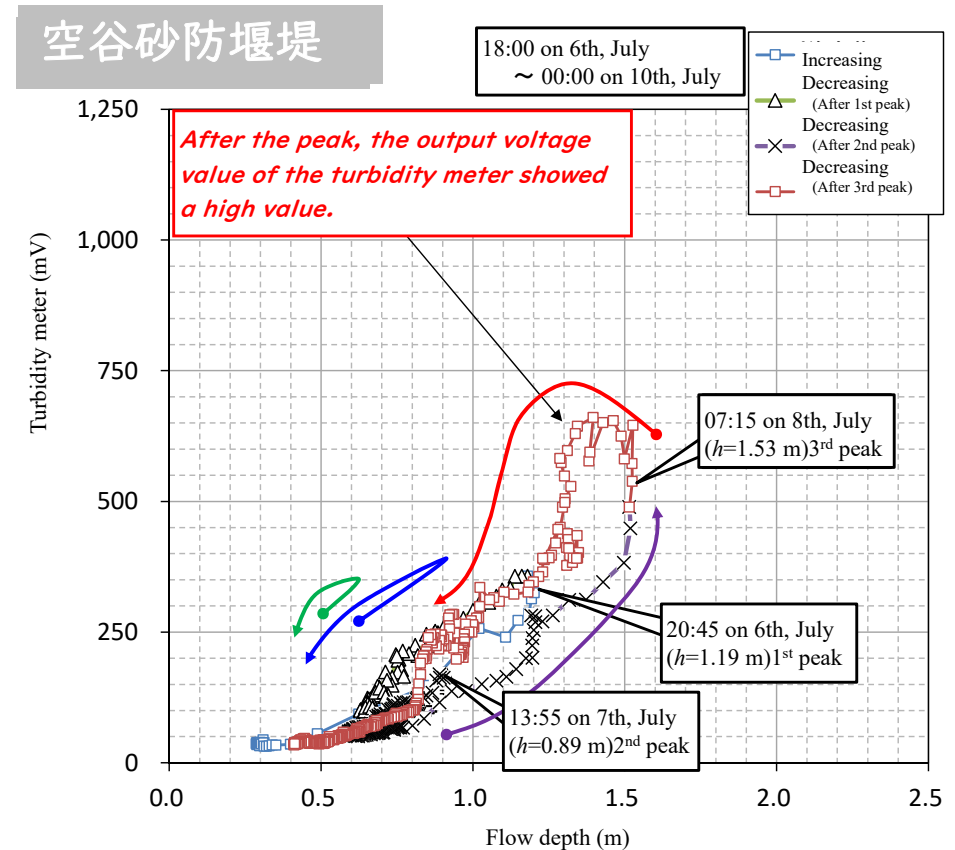
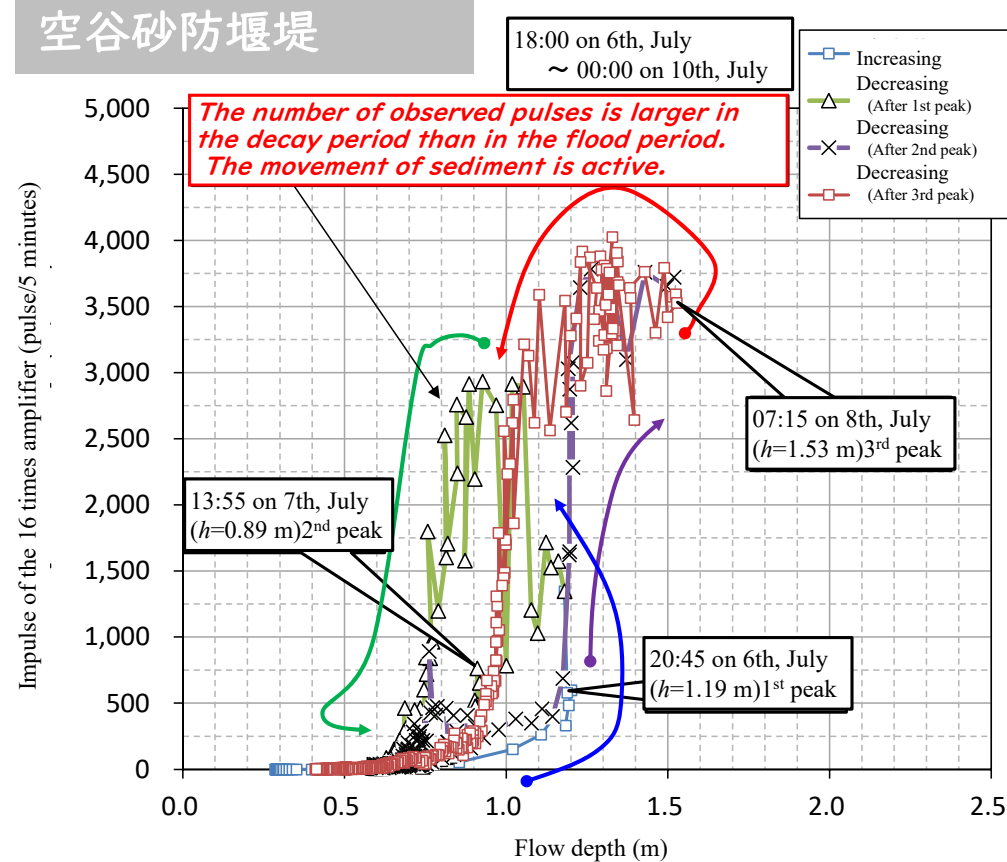
### ・土砂流出傾向の把握 (履歴: ヒステリシスループ)

出水時の水位と、観測値 (ハイドロフォンパルス数と濁度) の相関関係を分析することで、細粒砂成分と掃流砂は、出水の規模や溪流の荒廃状態によって、それぞれ異なる流出傾向を示す。

#### 掃流砂

妙寿から  
3,465 m下流

#### 細粒成分 (浮遊砂と云うより wash load)



- ・流出傾向が把握できれば、土砂流出の発生検知などの危機管理面での活用も可能となる
- ・【課題】水深v.s.濁度→ヒステリシスループ、水深v.s.掃流砂量→なぜ？ループ描く？

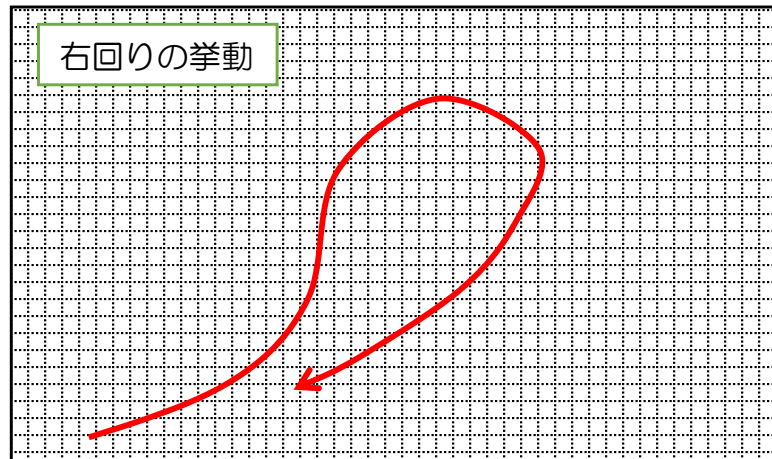
たぶんこんなことがわかるのでは・・・

・ヒステリシスループを使った危機管理への応用



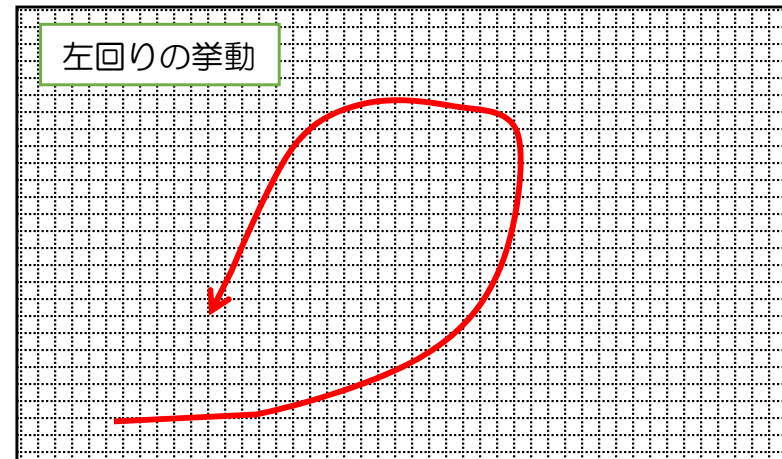
・観測所でのデータ→リアルタイム監視

濁度計・パルス



水位

濁度計・パルス



水位

水位（流量）の上昇とともに土砂流出量が多くなり、水位が減少すると土砂流出量が少なくなる状態  
→ 通常の土砂流出

水位（流量）の上昇とともに土砂流出量が多くなるが、水位が減少しても土砂流出量が多い  
→ 通常と異なる現象が発生？

・濁度やパルスの大きさにより土砂流出規模を推定

- ・土砂流出の規模が大きい
- ・多数の崩壊が起きている
- ・河道内堆積等・・・



## これまでの観測で得られた成果

### ・流出粒径の把握

- ✓ 流砂の粒径を算出する方法には、観測桁に堆積した土砂の粒度分布を特設計測する方法と、ハイドロフォンの音響波形データ・底面流速計などの流速計測データを用いて推定する方法がある。
- ✓ 2021年出水までの計測したデータを用いた比較では、音響波形データより推定する手法でも、流速の与え方（底面流速計の計測値を使う方法、もしくは芦田・道上式などの理論式を利用する方法）によって**実測値の0.5~5倍の精度**での予察ができるようになった。

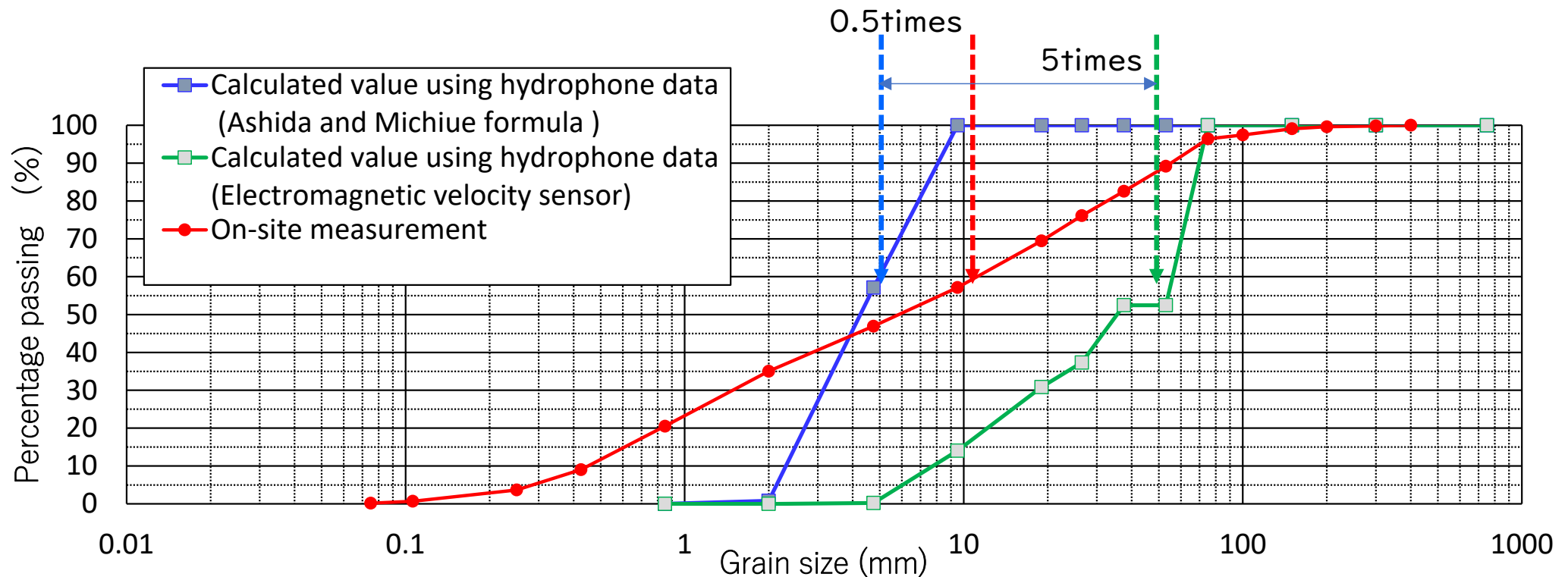


図 掃流砂（ハイドロフォンで計測された）の粒径予測と河床材料の比較（津ノ浦下流堰堤，2021年8月10日出水での計算値を事例に）

## これまでの観測で得られた成果

### ・粒径別流砂量の把握

- ✓常願寺川で行っている掃流砂計測では、時間的に連続した計測を行っている。そのため、一出水中の流砂の粒径について、経時変化を示すことが出来る。
- ✓これまでの観測で、一般的な出水では、出水前半に細粒成分の土砂流出が計測され、その後、遅れて粗粒成分が流下する傾向が明らかになりつつある。

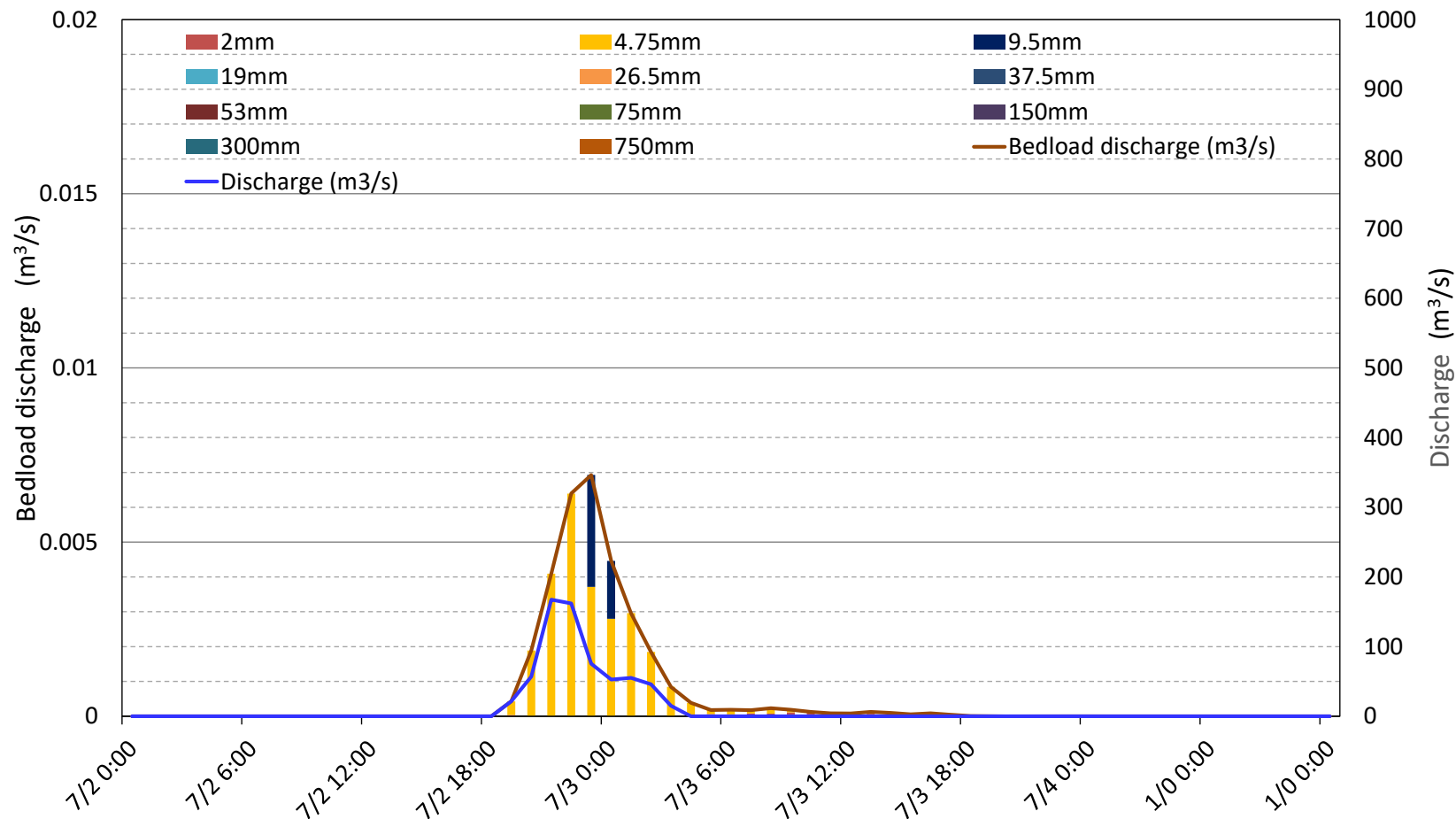


図 掃流砂（ハイドロフォンで計測された）の粒径予測から算出した粒径別掃流砂量の時系列（津ノ浦下流堰堤）2021年7月2日出水



## これまでの観測で得られた成果

### ・流砂計測の限界

- ✓流砂量が増大することや、流砂の粒径が粗粒化した場合には、計測値が飽和し、計測限界に達する。
- ✓バスタブ型では計測感度が鈍くなるため、この計測限界値が高くなることが観測を通して示されたが、一方で小粒径のものが検知され難くなった。

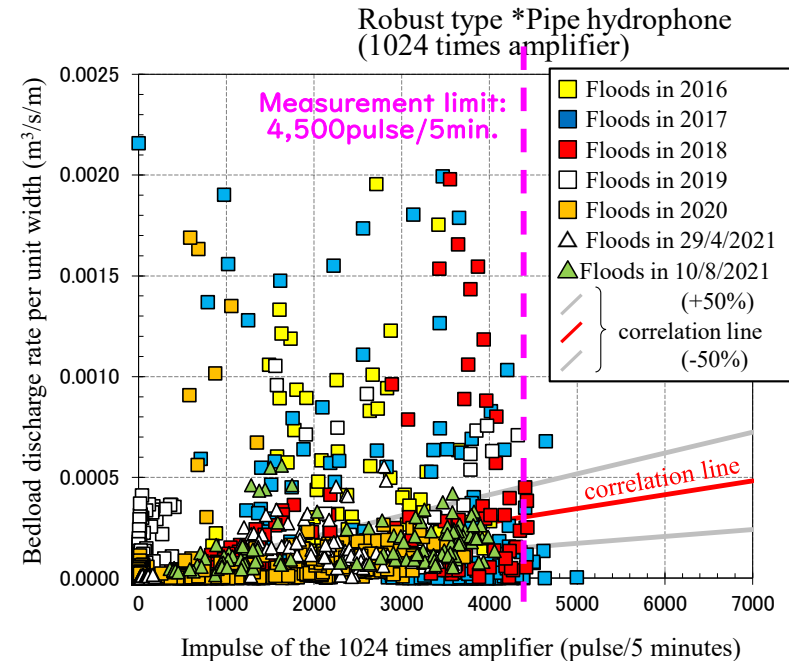
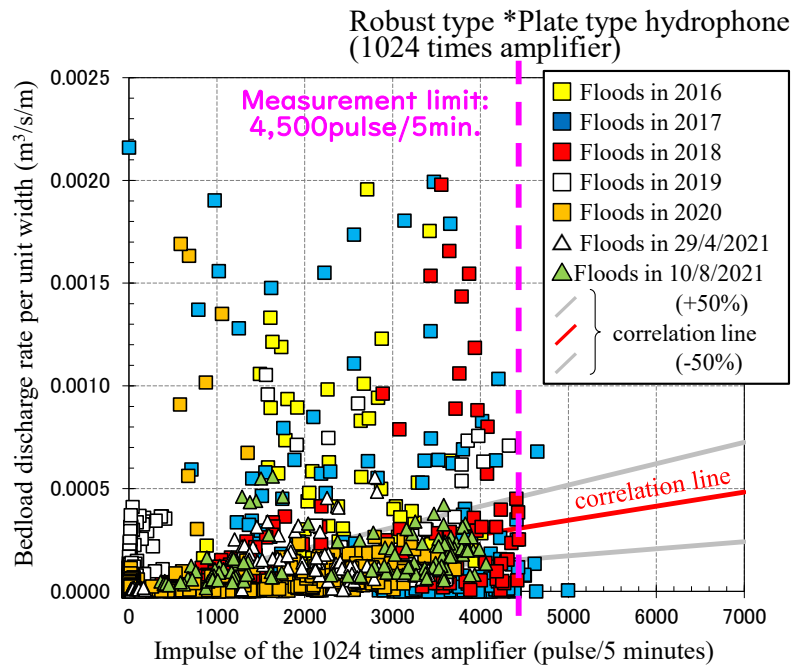
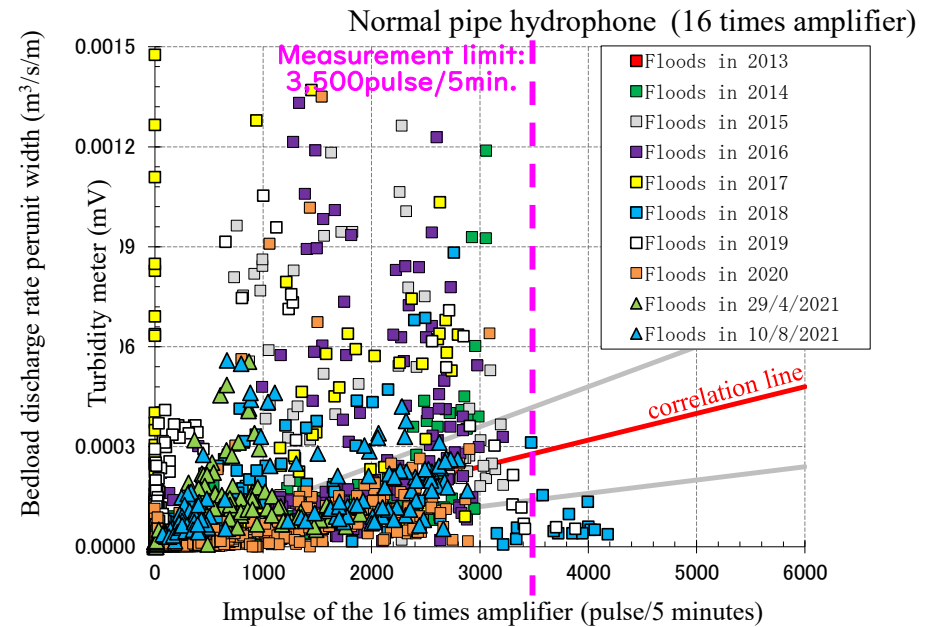
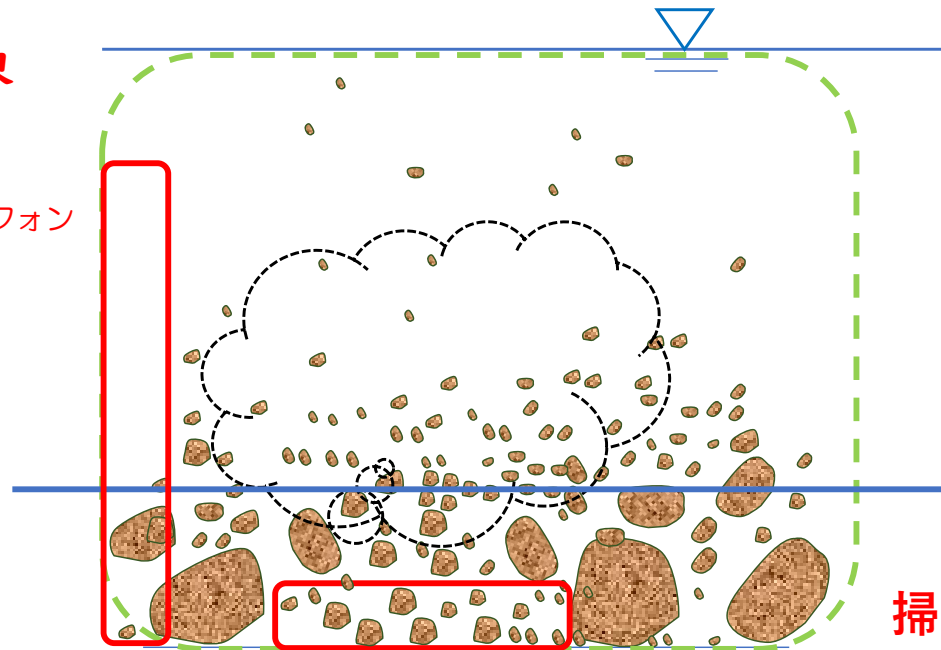


図 掃流砂（ハイドロフォンで計測された）のパルス数と観測桁による流砂量の相関（キャリブレーション式，右上：標準型ハイドロフォン，左下：プレート型，右下：肉厚型）

## これまでの観測で得られた成果

### ・現時点の観測限界

縦型 hidroフォン



ウォッシュロード (W.L.)  
※溶け込んでいる濁度

浮遊砂

掃流砂

掃流砂 (hidroフォンで計測可能な範囲)

#### 【ウォッシュロード】

濁度計 → ~0.1mm迄 (ただし粒径は分からない)

パーティクルカウンター等 → ~2mm迄の粒径別の土砂量 (ただし高濃度が苦手)

#### 【浮遊砂】 (縦型 hidroフォン)

- 故障頻度が高く計測できたのは2、3例。
- 検証のため全量計測することが望ましいが、難易度が高い。

#### 【掃流砂】 (観測柵)

- 河床を流れる、河床に落ちてくる全粒径が分かる (ただし総量のみ)
- 観測柵のフタのスリット (400~600mm) よりも大きい礫は計測困難

#### 【掃流砂】 (hidroフォン)

- 標準型のhidroフォン → 4mm~10mm程度の粒径別流砂量が分かる (流量大、粒径大は困難)
- 肉厚・プレート型のhidroフォン → 理論上10~1,000mm程度の粒径別流砂量が分かる (細かい粒径は困難)

各計測手法に限界がある。  
動的な全流出土砂量は未だ不明・・・



## 今後の課題など（流砂モニタリング）

### これまでの成果

- 縦断的な流砂観測システムを用いた観測体制の確保（出水規模に限界）
  - 流砂観測の限界
  - 流砂に関する土砂移動特性
  - 土砂移動の検知
  - 流砂量の推定
- } ある一定の精度まで推定可能・・・

### 今後の課題

#### 観測精度の向上

- ✓ 音響法の限界： 荷重等との組み合わせで対応を行うことで、より多様な流砂に対応
- ✓ 観測に限界がある： 観測対象出水規模を明確にし、観測精度の向上を図る

#### 面的計測の必要性

- ✓ 流砂は空間的に濃度差が生じることから、観測地点での情報を川幅に引延ばした場合には「ずれ」が生じる。→線的、面的計測で対応

#### 浮遊砂計測の追求

- ✓ 急流河川では流砂の浮遊砂成分が大径となることから、「計測」「掃流砂と分離」することが難しい。  
→縦型ハイドロフォン、その他手法の検討

#### 危機管理への応用

- ✓ 土砂崩壊検知の可能性はあるが、発生場所の特定等他観測との組み合わせできれば有用

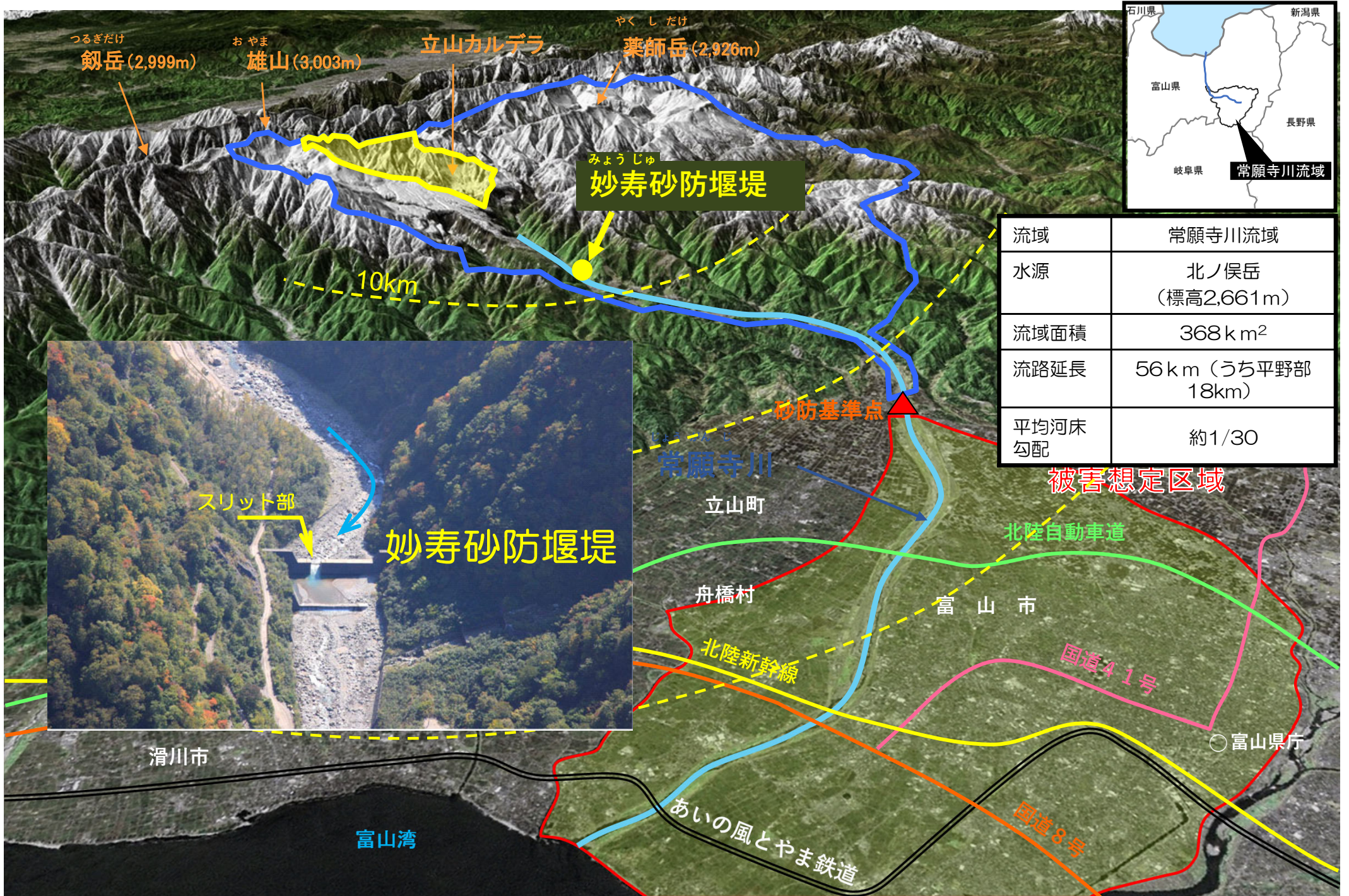
# 妙寿砂防堰堤 Myoju Sabo Dam

土砂管理のツールの機能

シャッター付き砂防堰堤







流域	常願寺川流域
水源	北ノ俣岳 (標高2,661m)
流域面積	368 km <sup>2</sup>
流路延長	56 km (うち平野部 18km)
平均河床 勾配	約1/30



## 常願寺川におけるシャッター砂防堰堤

立山砂防事務所・常願寺川の妙寿砂防堰堤において、シャッター砂防堰堤の施工が予定されています。

### 1. 目的

下流河道の河床安定や渓流環境の観点から、「スリット砂防堰堤」が各地で施工されているが、このタイプの堰堤は出水後半に土砂が急激に流出し、河床が上昇する可能性がある。このため洪水時にシャッター(ゲート)を閉じて、効率良く土砂を捕捉させるものである。

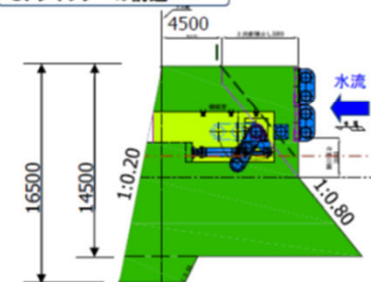
### 2. 流域諸元

- 流域面積: 115.02km<sup>2</sup>
- 計画流量: 1,980m<sup>3</sup>/s
- 河床勾配: 1/30(掃流区間)

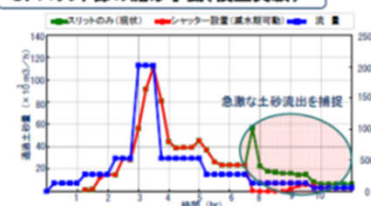
### 3. 妙寿砂防堰堤の諸元

- 堰堤高: 14.5m
- 堰堤長: 120.5m
- スリット高: 8.5m スリット幅: 7.5m
- 計画堆砂量: 227,000m<sup>3</sup>

### 5. シャッターの構造



### 6. スリット部の流砂挙動(模型実験)



### 4. シャッター砂防堰堤の基本方針

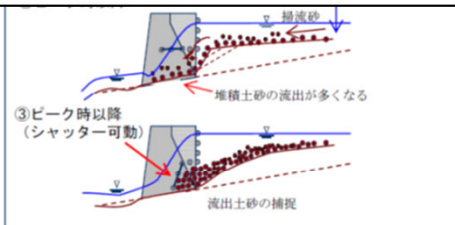
- 洪水中にシャッター操作を行う。
- 土砂を捕捉することを目的としているため、シャッターの水密性は不要である。
- 土砂の流れを阻害することができればよく、完全に閉め切る必要はない。

シャッター砂防堰堤の「シャッター」とは、ここで予定している砂防堰堤のゲートは、常時は開いていて下流に対して有害となる出水後半の土砂を捕捉するものなので、排砂ゲートではなく「貯砂」のためのゲートという位置づけである。排砂ゲートと区別するために「シャッター」と呼ぶ。(また、治水ダム等のゲートのように水密性を確保するものではない)

現地の観測小屋から操作(右岸側)



事務所から操作(通常はコレ)



### 周辺での監視観測計画(案)

- 1) 土砂動態観測施設
  - ① CCTVの設置 ※シャッターの操作は、水位を基準にして自動化する。
  - ② 水位観測 そのため、水位計測をして自動化する。
  - ③ 砂面計
  - ④ ハイドロフォンによる観測 など
- 2) シャッター構造部分の監視観測
  - ① 歪み計
  - ② マイクロフォン など

### 洪水後の維持管理(案)

土砂捕捉後はシャッターを開け、中小出水時に下流へ堆積土砂を流下させる。また、場合によっては、バックホウ等によりシャッター周辺の掘削する。



シャッターを閉じたイメージ





## 目次

□ 総論	
2013年7月29日～8月1日豪雨により、新潟県長岡市、出雲崎町で発生した土砂災害	
2013年7月下旬及び8月9日豪雨により東北地方で発生した土砂災害	
2013年10月16日台風26号による伊豆大島土砂災害	
神通川水系金木戸川における水文観測-フラッシュフラッド現象の解明を目指して-	
論文	
治山100年とこれからの森林の保全・管理に向けて.....川野 康朗 1	
流域管理システム (WMS) のための土砂流出計算モデルと河床変動計算モデルの作成.....富田 陽子・森 俊勇・宮 貴大・武蔵由育・鈴木 伴征・水山 高久 3	
木津川流域の土砂生産ポテンシャルの推定.....堤 大三・藤田 正治・竹門 康弘・角 哲也・泉山 寛明 13	
ハイドロフォン内部の音響特性と流砂量計測に関する実験.....長谷川 祐治・宮本 邦明 23	
論文	
平成24年9月台風17号による河道閉塞対策施設の被災について～CCTV画像を中心とした侵食過程の解析～.....桜井 亘・梶原 修・大山 誠・水山 高久・池田 暁彦 33	
西尾 陽介・徳永 博・太田 敬一・大塚 康之	
技術ノート	
常願寺川における可動式シャッター砂防堰堤の設置と運用について.....三上 幸三・長山 孝彦・田方 智・伊藤 隆 郭・水山 高久 42	
深層崩壊警戒対応の湧水センサーの開発.....地頭 剛 隆・石塚 忠 範・能和 幸 範・柳 町 年 輝 49	

## 妙寿砂防堰堤：ざっと・・・(三上ら, 2014)

・機器観測：2012年10月31日～

影響・効果をモニタリングすることが容易である。妙寿砂防堰堤を対象として、シャッターの適地選定の検討(平成20年～21年)を行い、設計・作成等(平成21年～23年)に続いて、施工・関連機器の設置(平成23年～24年,平成24年10月完成)を行った。

## 2. 妙寿砂防堰堤における可動式シャッター

## 2.1 妙寿砂防堰堤

妙寿砂防堰堤(平成6年11月完成,堰堤高14.5m,堤長120.5m,水通し部の幅54m)には,スリット幅が7.5mでスリット高さが8.5mの広いスリットが1門あり,堰堤地点の流域面積:115.2km<sup>2</sup>,平均川幅:60m,平均河床勾配:1/25.7(=2.23°:2009年時点),水通し部の計画洪水流量:1,980m<sup>3</sup>/s,スリット部の満水流量:316m<sup>3</sup>/s(Fr=1仮定)である。また,堰堤周辺の河床材料(2009年度時点)については,90%粒径:600mm(ここでは最大粒径の代表値とする。),平均粒径:326mm,200～300mm粒径以下の土砂(ここでは,細砂と呼び,表-1に示す)の60%粒径:90mmである。

妙寿砂防堰堤の上流には,鬼ヶ城砂防堰堤(妙寿砂防堰堤を基準に上流に815m),七郎砂防堰堤(上流に1,540m)があり,一方,妙寿砂防堰堤下流には,天鳥砂防堰堤(妙寿砂防堰堤を基準に下流に1,640m),空谷砂防堰堤(下流に3,465m),津之浦砂防堰堤(下流に4,020m),津之浦下流砂防堰堤(下流に4,645m)がある。津之浦堰堤,津之浦下流堰堤,妙寿堰堤など,常願寺川の透過型砂防堰堤は,他の流域に比べてスリット幅が大

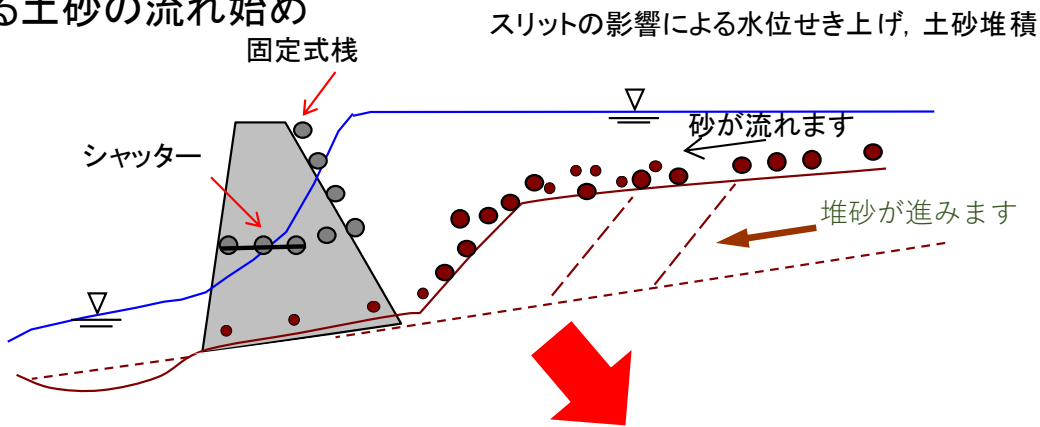
## 2.2 シャッターの構造

シャッター部は,固定棧(鉛直上部)と可動型横棧(鉛直下部)の構造とした。上部,下部構造の鉛直高さの分割においては,水理模型実験(酒谷ら,2010)のデータを参考にした。妙寿砂防堰堤のスリット部を対象とした水理実験により,スリット下部の可動式シャッターを用いた対処を行う高さを,後述するが,3.0mとした。シャッター部は,3本の横棧からなり,その上方の固定横棧は,4本の横棧からなる。なお,後述の図-2に示すように横棧は8本ある。

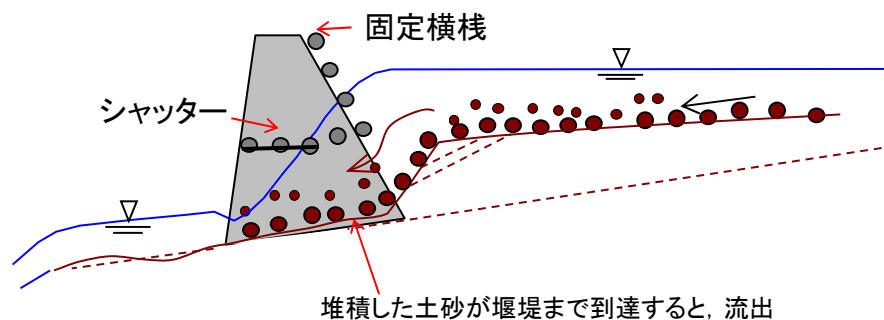
可動式シャッター,すなわち,可動式横棧(下部)の形式は,横棧の自由落下型や,動力によるゲート型などの種々の形式があるが,出水中にシャッターを開閉移動させるためには,空気中・水中の両方でシャッターが移動する必要がある。空気中から水中にシャッターを移動させる場合,水圧の影響が大きく,自重による自由落下では,シャッターが水没しないことが予備設計段階で判明した。ここでは,動力によるゲート型で,しかも,油圧による駆動が行える形式とし,フラップゲートの駆動の逆形式(逆フラップ式)とした。すなわち,可動型鋼

## 想定： シャッターの効果

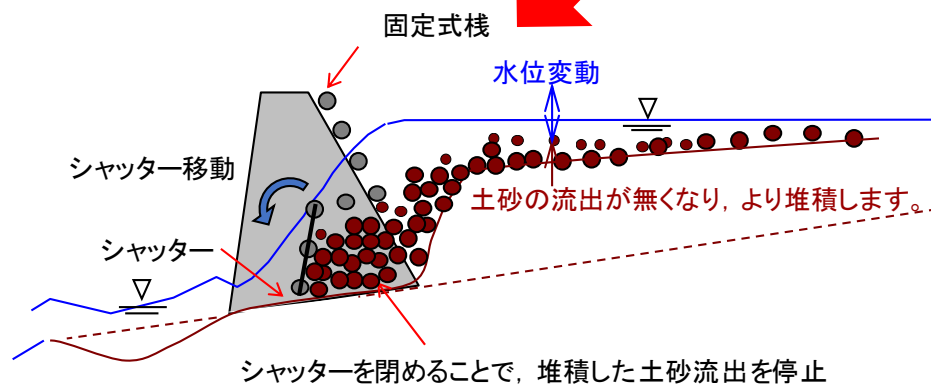
①洪水による土砂の流れ始め



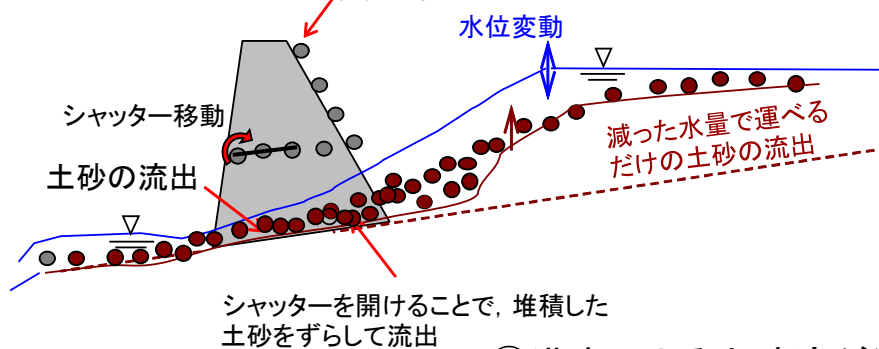
②洪水による土砂流が最大～土砂が堰堤まで貯まった時



③洪水による土砂流が減ってきた時



④その後土砂を流出





平常時



シャッター開→閉操作



出水後：捕捉土砂の流出



シャッター閉→開操作



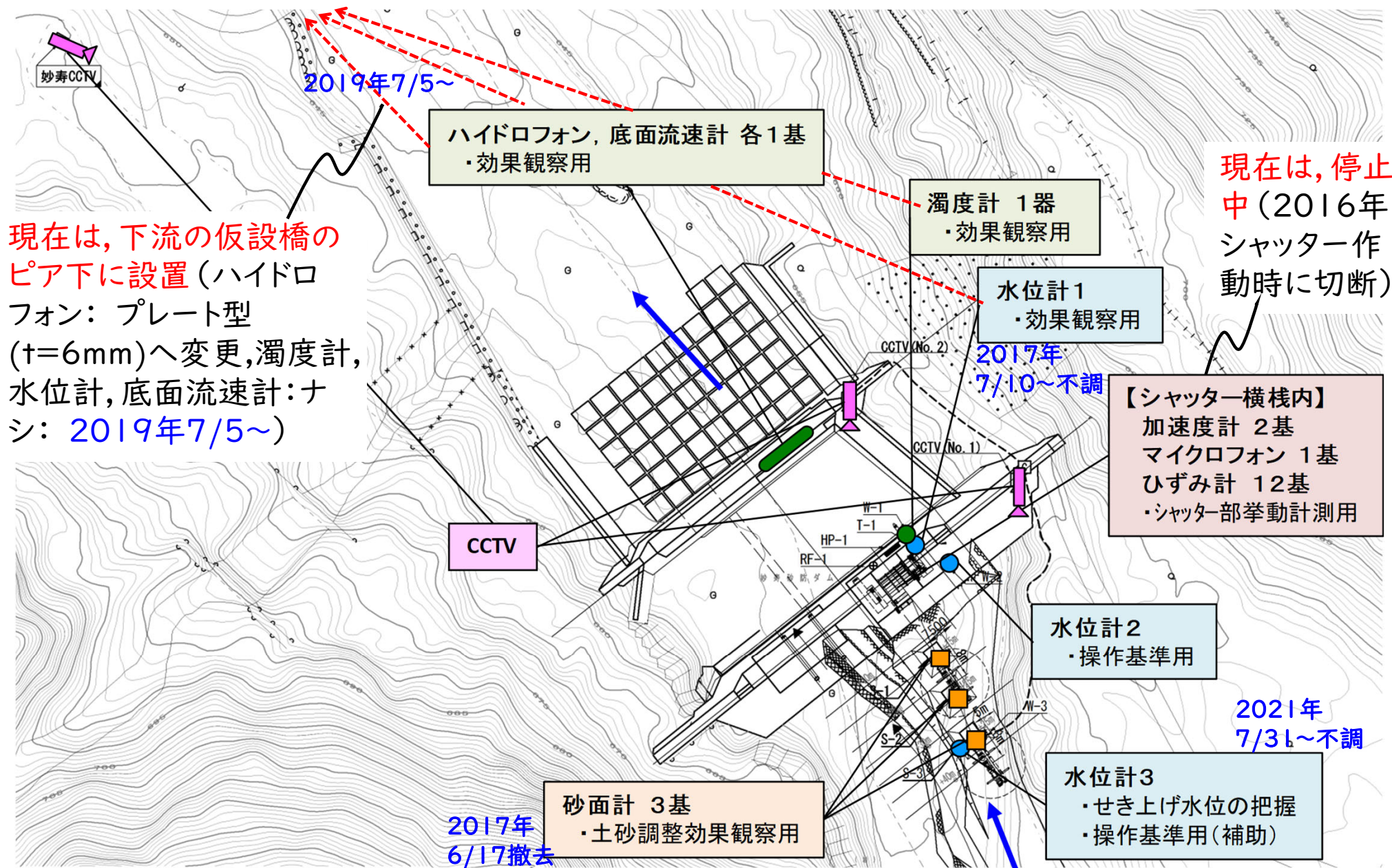


図 シャッター周りに配置される観測機器





図 (再掲) 常願寺川における観測所と設置機器



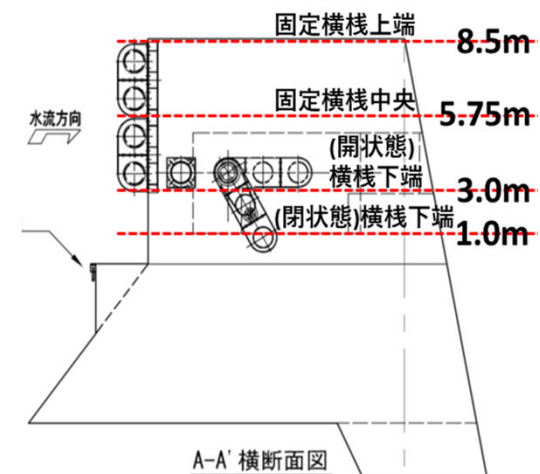
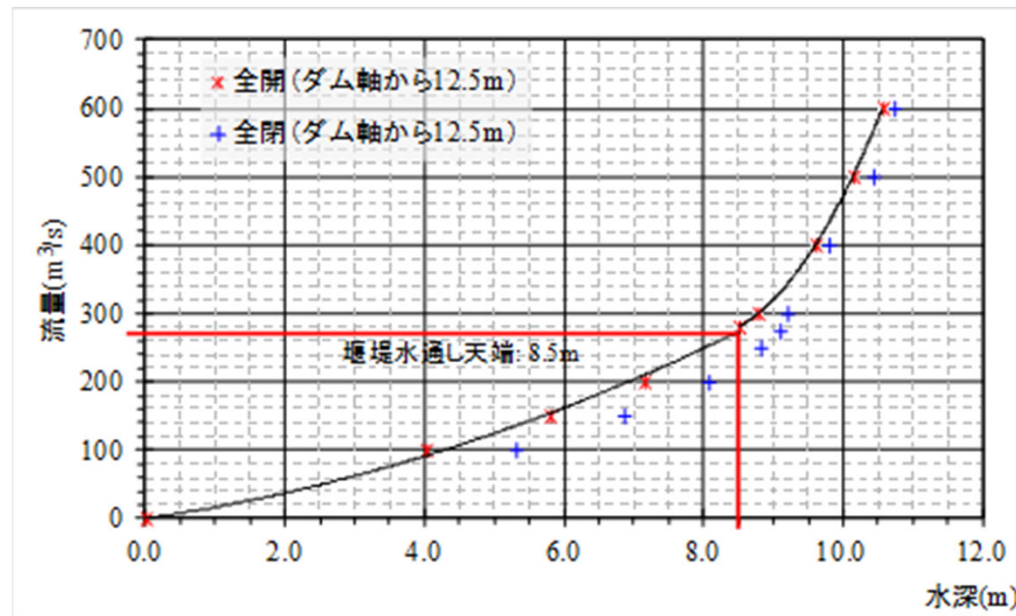
# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作

## (1) 期待するシャッター堰堤の効果と試験運用ケース

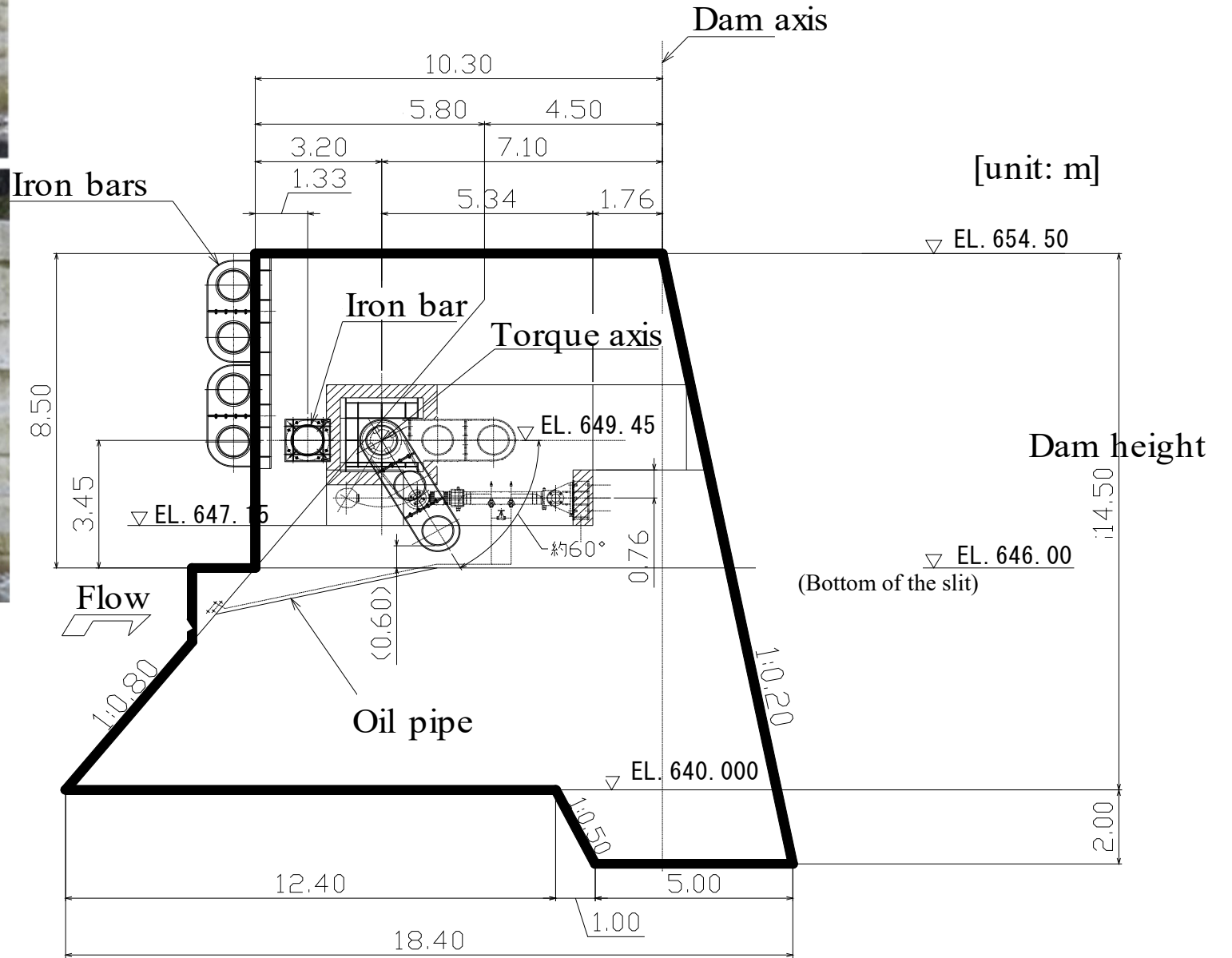
シャッターの効果→出水後半での土砂流出コントロール  
 シャッター堰堤への改築完成以後5年間で、4回の顕著な出水

	連続雨量	最大雨量	最大水位
2018.7.5出水	341mm	30mm	9.19m
2020.7.8出水	381mm	16mm	8.41m
2017.7.4出水	303mm	26mm	10.15m
2016.7.27出水	271mm	36mm	9.49m

### シャッター操作時の水位



模型実験を用いたH-Q関係（水深と流量）の関係





# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作

## (1) 期待するシャッター堰堤の効果と試験運用ケース

- ・シャッター未操作での検証,
- ・出水中の閉操作→開操作の「開操作のタイミング」が異なる3ケース

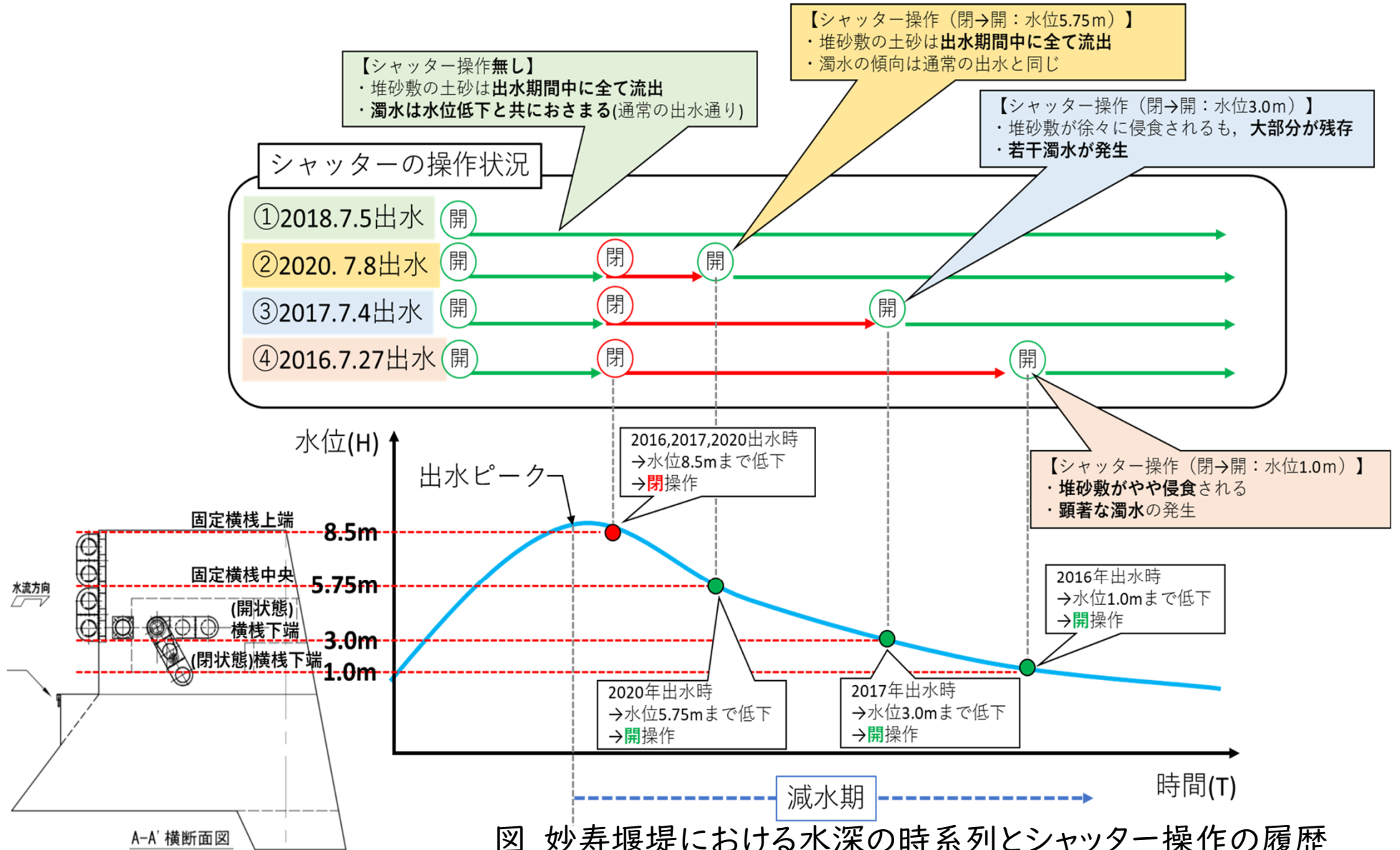


図 妙寿堰堤における水深の時系列とシャッター操作の履歴

# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作 (2) 2018.7.5出水

シャッター未操作

水位低下が開始した直後は堰堤水通し天端と同程度の高さまで、堆砂敷が形成され、その後水位低下と共に堆砂敷内の土砂がほぼ全て流出





# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作 (2) 2020.7.8出水

シャッターを水位低下後固定横2段目で開操作。



# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作 (3) 2017.7.6出水

シャッターを水位低下後固定横棧最下段で開操作





# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作 (5) 2016.7.27出水

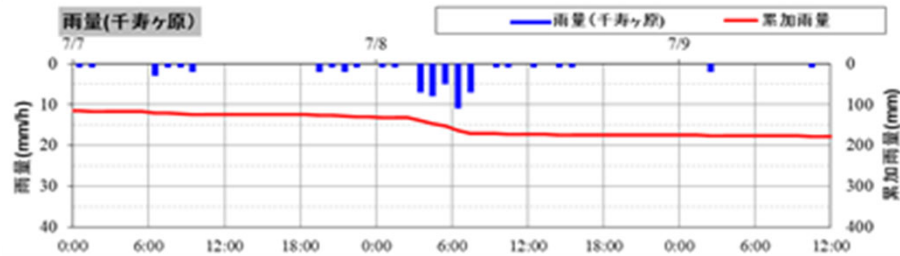
シャッター閉操作後、水位が通常水位に戻った段階で開操作



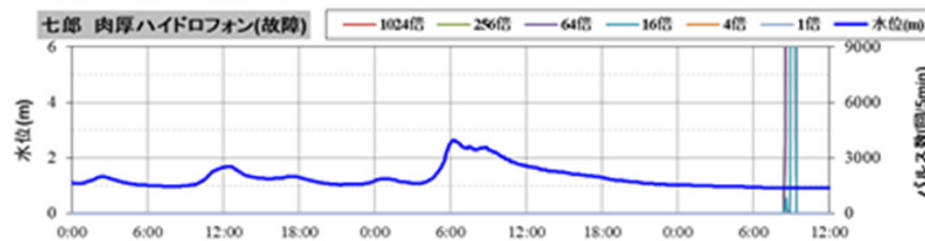
# 妙寿砂防堰堤のシャッター操作

## (6) シャッター-砂防堰堤の効果的な操作検証

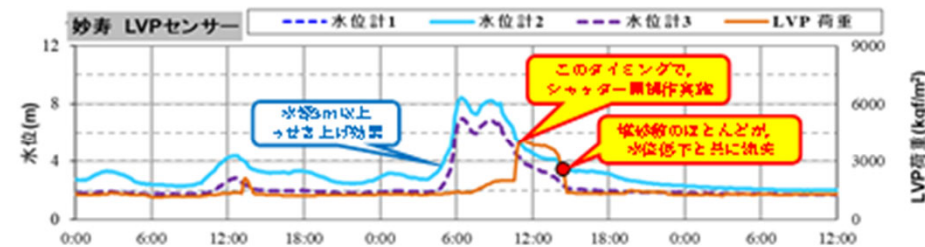
千寿ヶ原



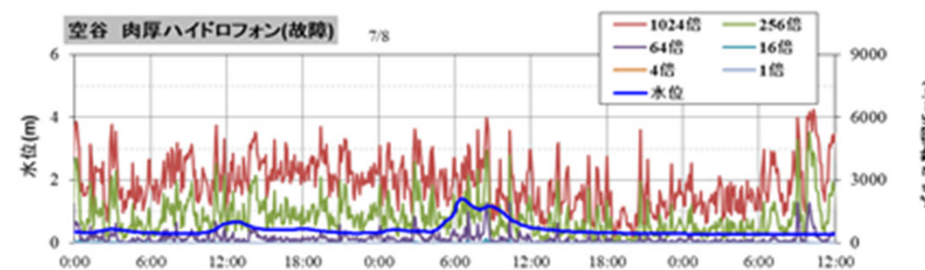
七郎  
妙寿から  
1,540 m上流



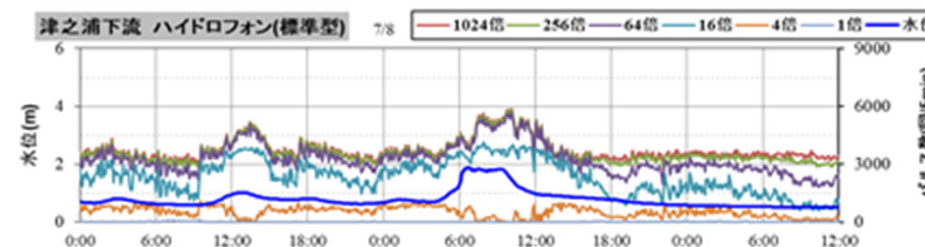
妙寿



空谷  
妙寿から  
3,465 m下流



津ノ浦下流  
妙寿から  
4,645 m下流



2020年7月8日出水

### (1) シャッター操作を未実施

→減水期で、LVPセンサー上の堆砂面の急激な低下が確認された。その後、出水前とほぼ変わらない程度まで堆砂面は低下した。(スリットの効果のみ)

### (2) シャッター操作を実施(水位が5.75m)

→増水期における条件はシャッター操作未実施時と変わらない(掃流砂の挙動も類似) **未実施の場合と共通**

### (3) シャッター操作を実施(水位が3m・1m)

→妙寿堰堤の堆砂敷に土砂が残存  
→下流の空谷堰堤における掃流砂量がシャッター操作**未実施の時と比較して減少**



# 土砂管理のツールの機能

## シャッター付き砂防堰堤の機能

2016年、2017年、2018年および2020年の4回の洪水時  
(2021年：①シャッター操作なし)

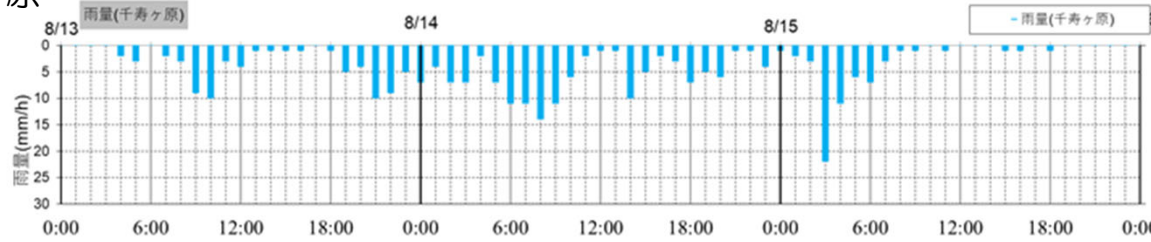
- ①2018年7月5日出水：シャッター開状態・操作無し（2021年7月8日出水も操作なし）
- ②2020年7月8日出水：減水期の水位→上部横棧中央（水深5.75m）でシャッター開操作
- ③2017年7月4日出水：減水期の水位→上部横棧下端（水深3.0m）でシャッター開操作
- ④2016年7月27日出水：減水期の水位→下部横棧下端（水深1.0m）でシャッター開操作

・ 妙寿砂防堰堤の上流の七郎砂防堰堤の流出土砂量に対する寄与率を算定。

→出水中の堆砂土砂の下流への流出：**出水②**のようなシャッター操作が効果的

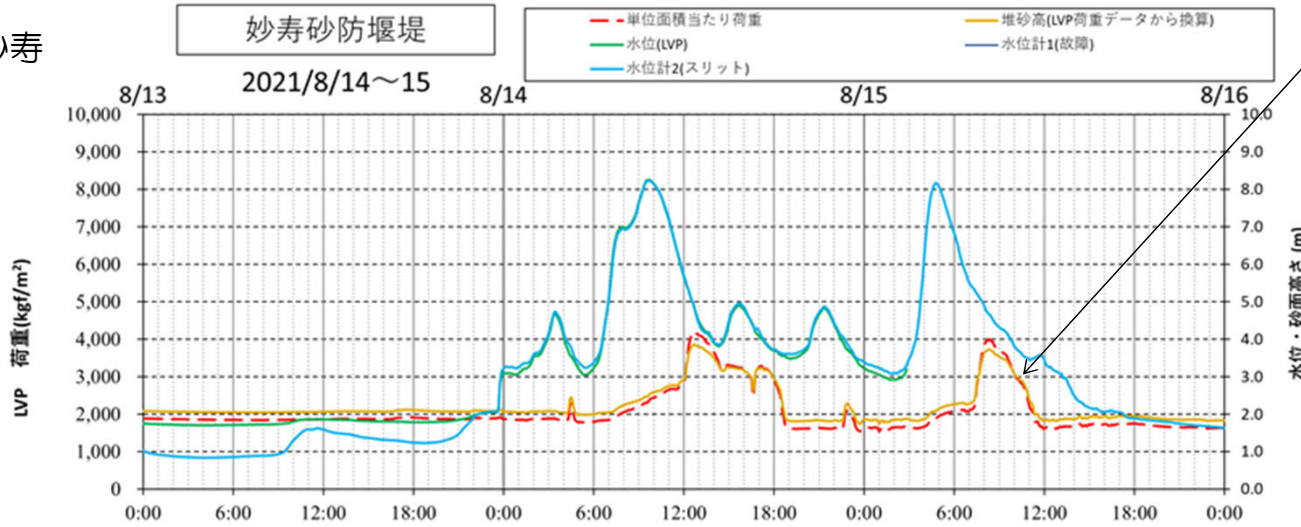
# ①シャッター開状態・操作無し (2021年7月8日出水も操作なし)

千寿ヶ原



・妙寿の下流：空谷堰堤→工事のため、計測機器は一時撤去

妙寿

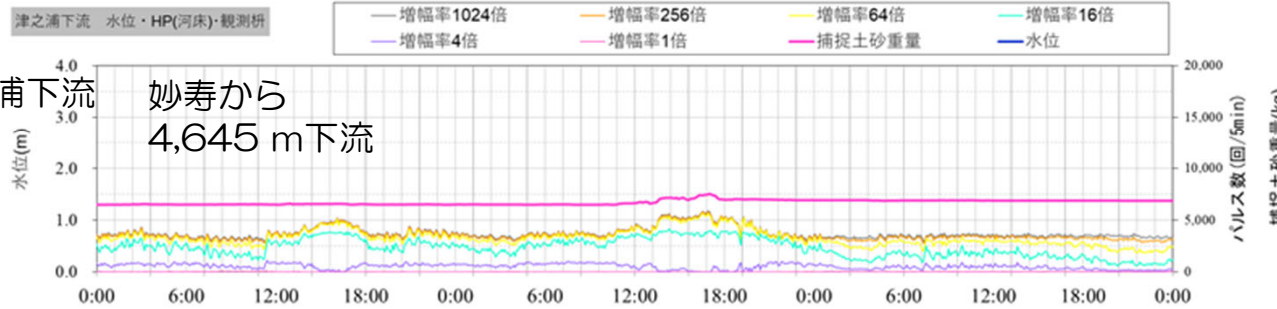


・出水中の河床位計測：LVPセンサー，光電センサー



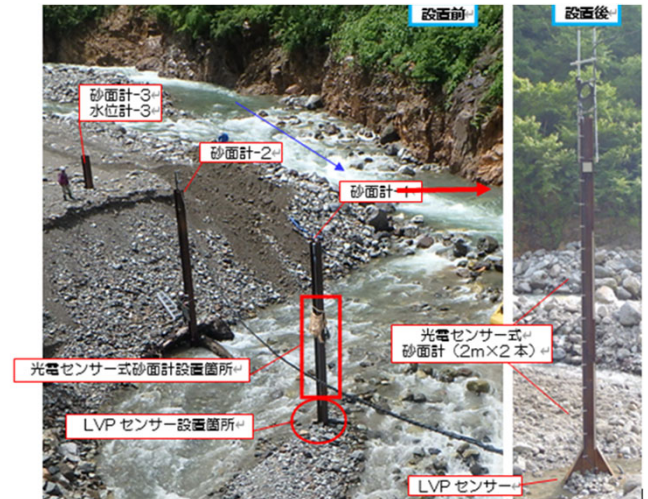
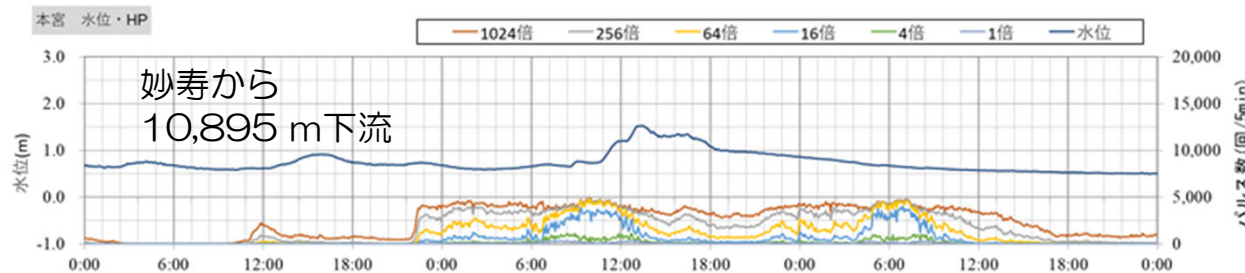
津ノ浦下流

妙寿から 4,645 m下流



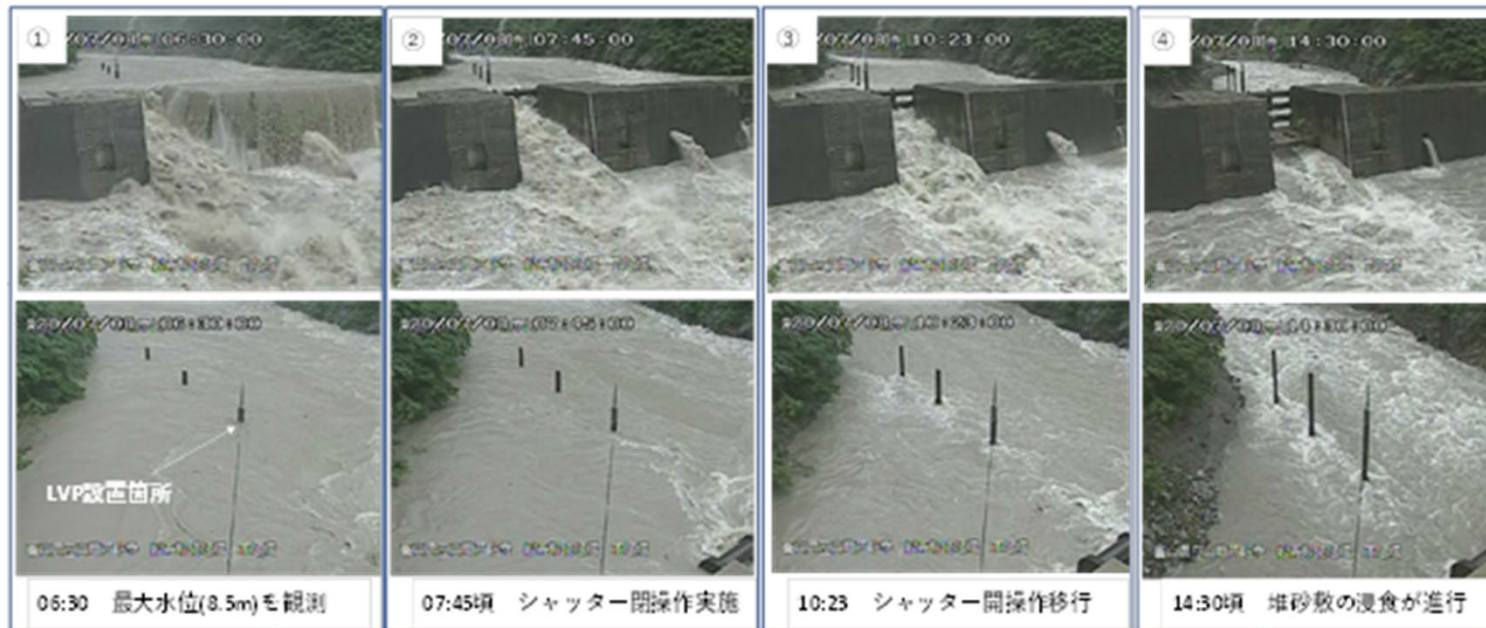
本宮

妙寿から 10,895 m下流

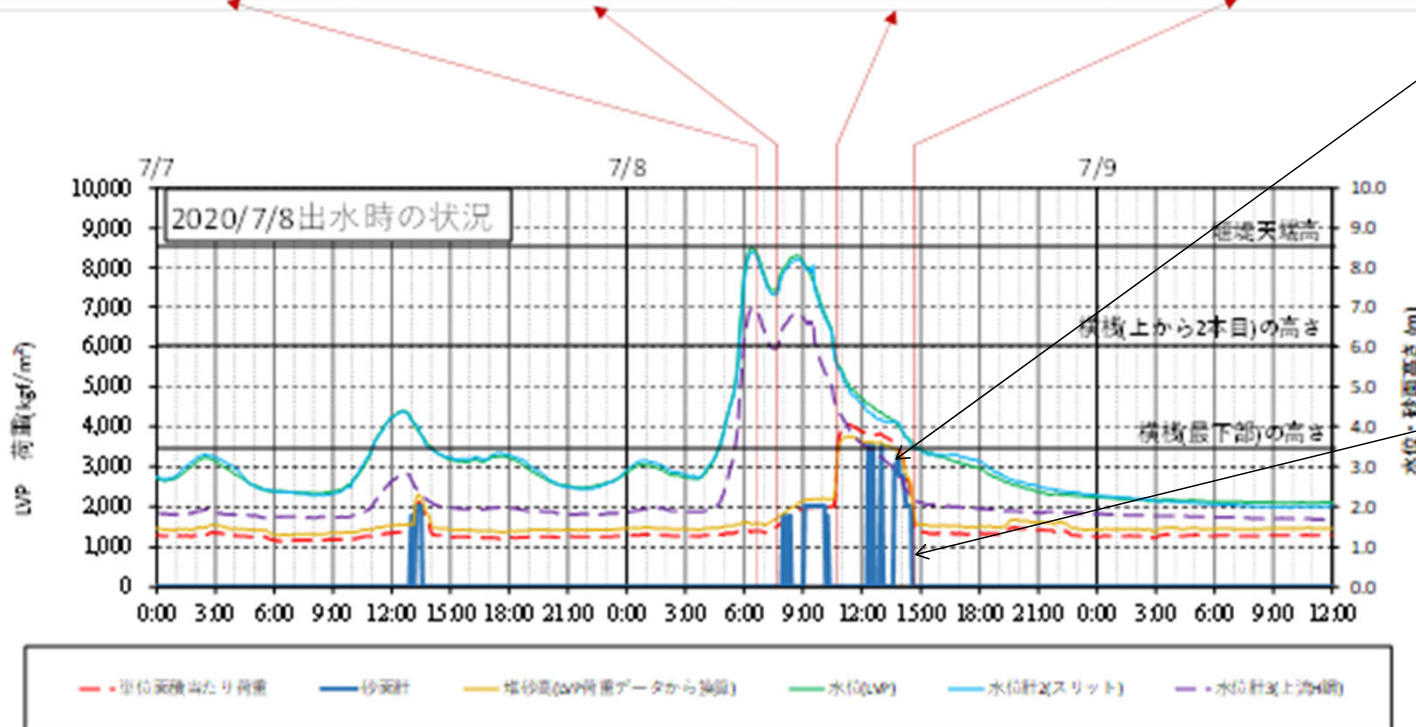




【おまけ】 ②2020年7月8日出水：減水期の水位→上部横棧中央（水深5.75m）でシャッター開操作 の際の，LVP, 砂面計の計測



・ LVPセンサー

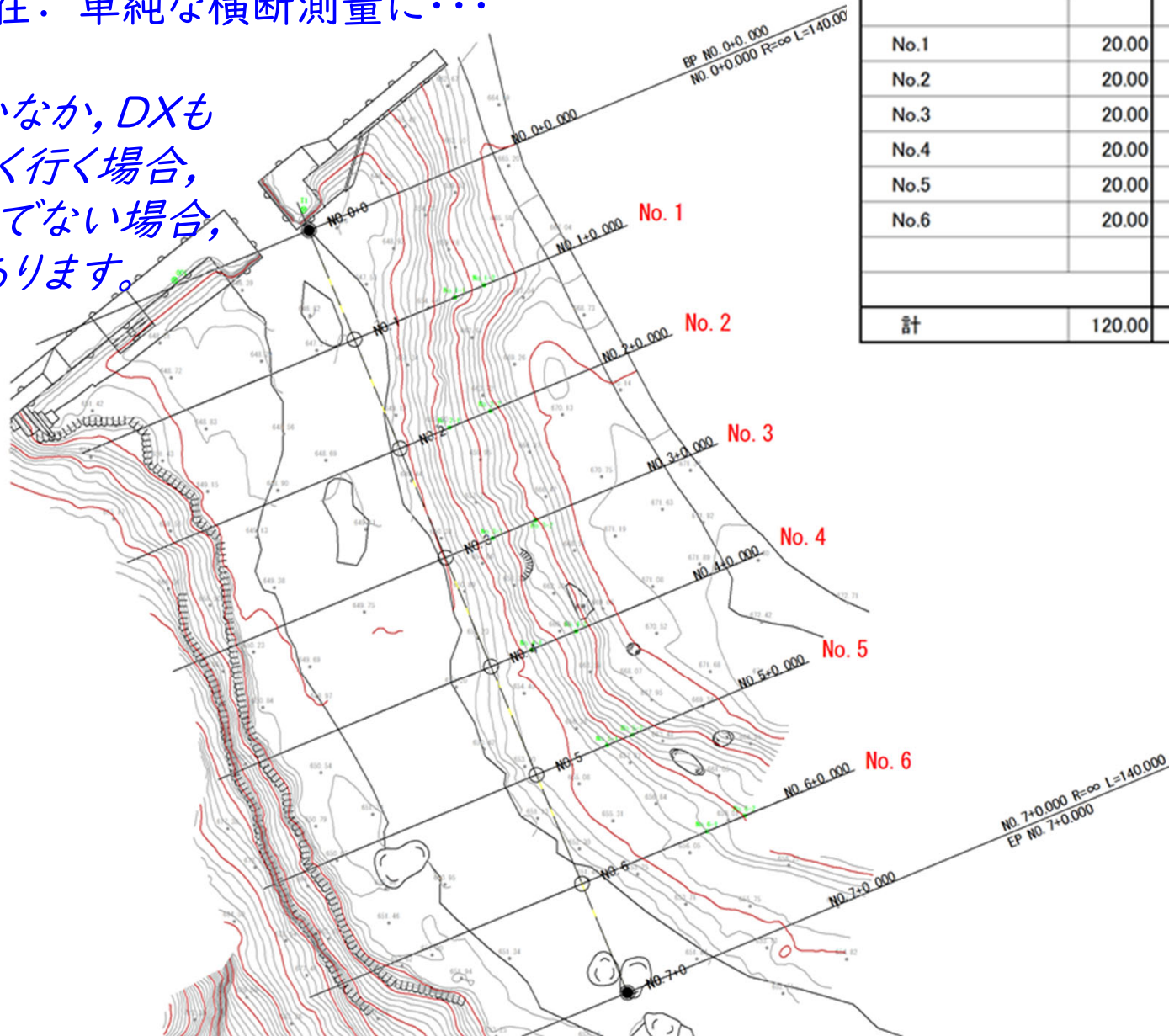


・ 光電センサー

# 堆砂量測量（2021年6月30日，10月16日）

- ・当初：3Dスキャンでの測量，UAV写真測量など色々トライ→予算が。
- ・現在：単純な横断測量に…

なかなか，DXもうまく行く場合，そうでない場合，があります。



測点	区間距離 (m)	堆砂量 (m <sup>3</sup> )				平均 断面積 (m <sup>2</sup> )	土量 (m <sup>3</sup> )
		断面積		計			
		(+) (m <sup>2</sup> )	(-) (m <sup>2</sup> )				
No.1	20.00	5.858	3.337	2.52	1.30	26.0	
No.2	20.00	1.808	2.933	-1.13	0.70	14.0	
No.3	20.00	4.282	1.335	2.95	0.90	18.0	
No.4	20.00	7.780	1.070	6.71	4.80	96.0	
No.5	20.00	1.258	2.136	-0.88	2.90	58.0	
No.6	20.00	3.899	4.142	-0.24	-0.60	-12.0	
計	120.00					200.0	

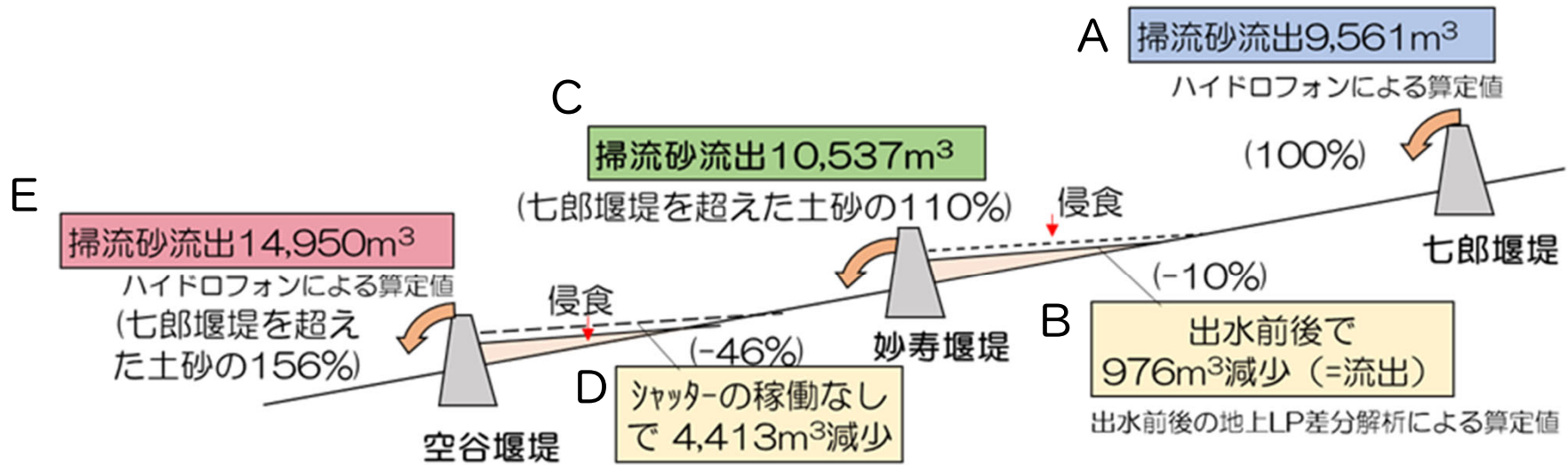




# 2018.7.5出水：シャッターの操作ナシ

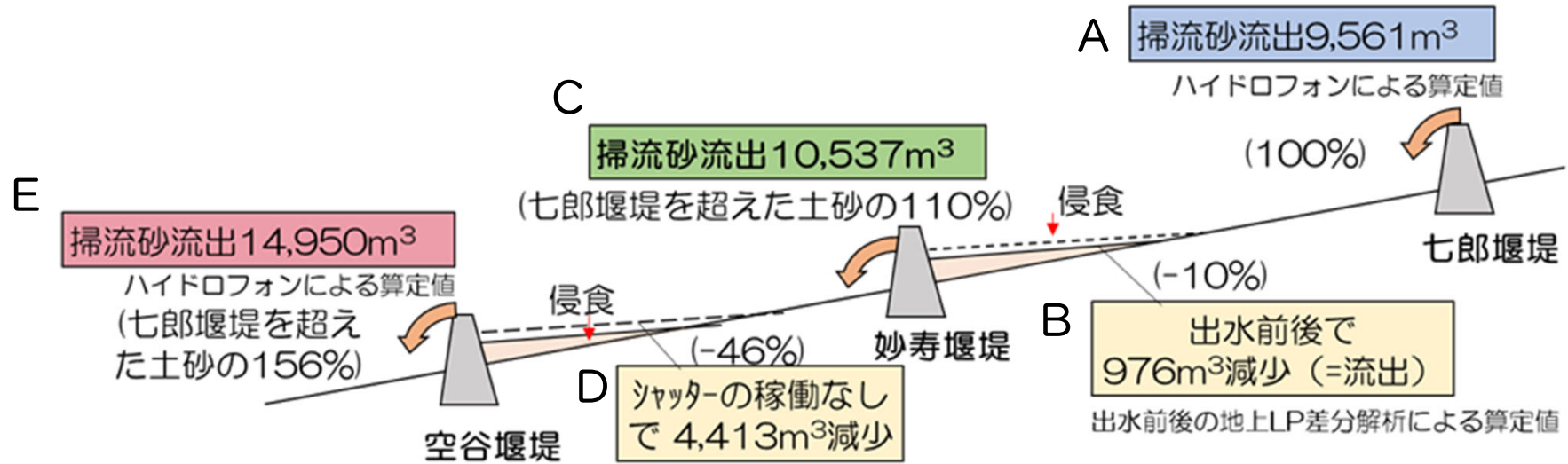


①2018年7月5日出水：シャッター開状態・操作無し（2021年7月8日出水も操作なし）



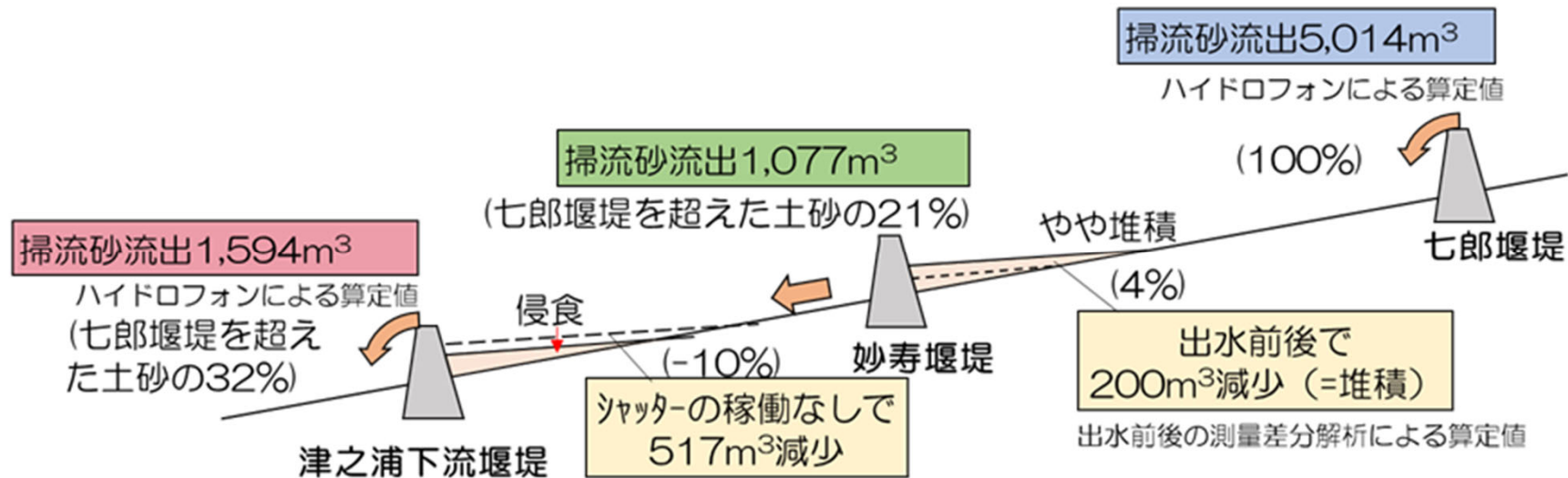
・7/5~6の出水以降、妙寿堰堤上流の堆積土砂の一部が下流に流出（差分解析より）

①2018年7月5日出水：シャッター開状態・操作無し（2021年7月8日出水も操作なし）



・7/5～6の出水以降、妙寿堰堤上流の堆積土砂の一部が下流に流出（差分解析より）

①2021年8月13日～16日出水：シャッター開状態・操作無し





2020.7.8出水：水位低下後 固定横2段目（上部横栈中央，水深5.75m）で開操作

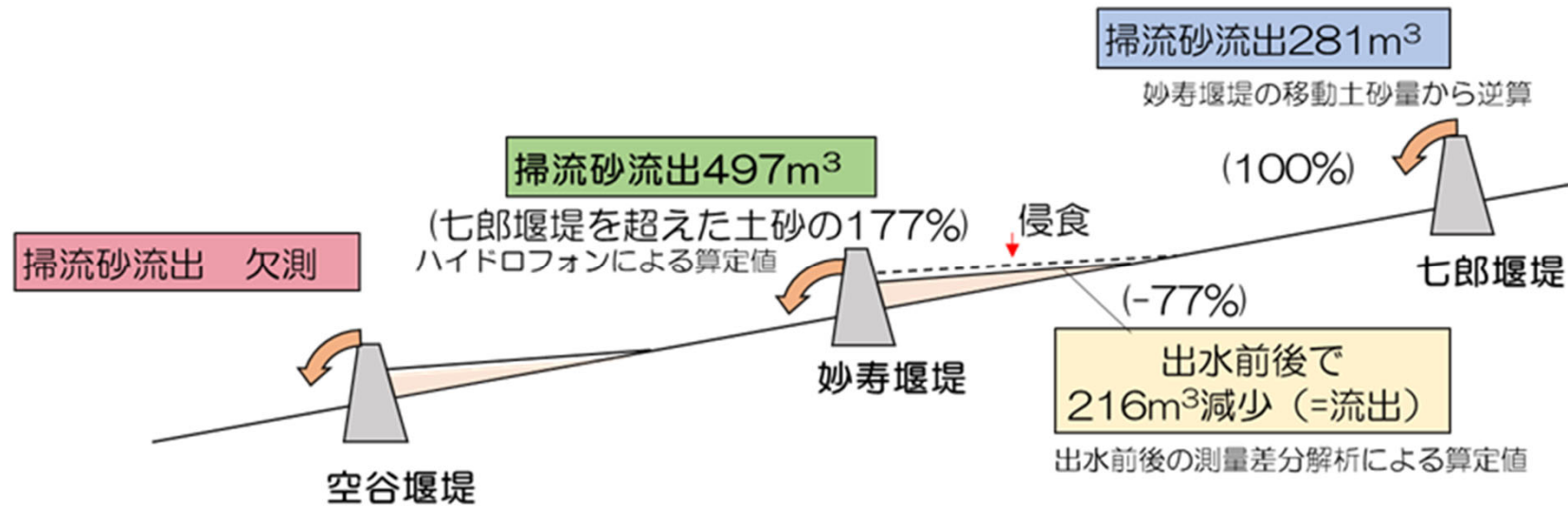


2017.7.4-6出水：水位低下後，固定横栈最下段（上部横栈下端，水深3.0m）で開操作

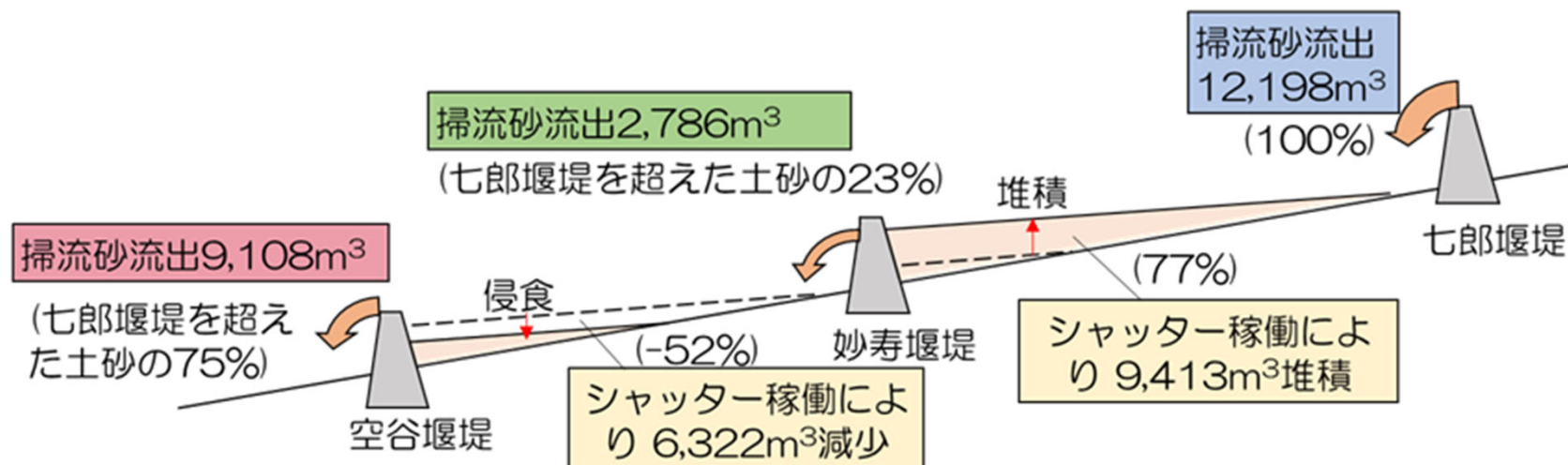




②2020年7月8日出水：減水期の水位→上部横棧中央（水深5.75m）でシャッター開操作



③2017年7月4日出水：減水期の水位→上部横棧下端（水深3.0m）でシャッター開操作

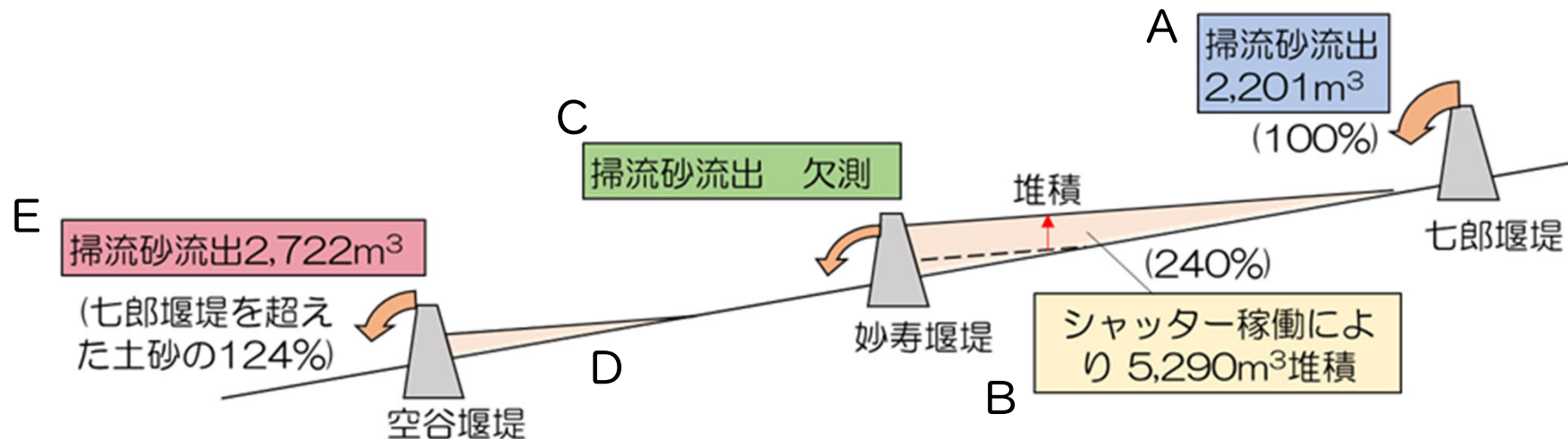




2016.7.27出水：シャッター閉操作後、水位が通常水位に戻った段階で開操作

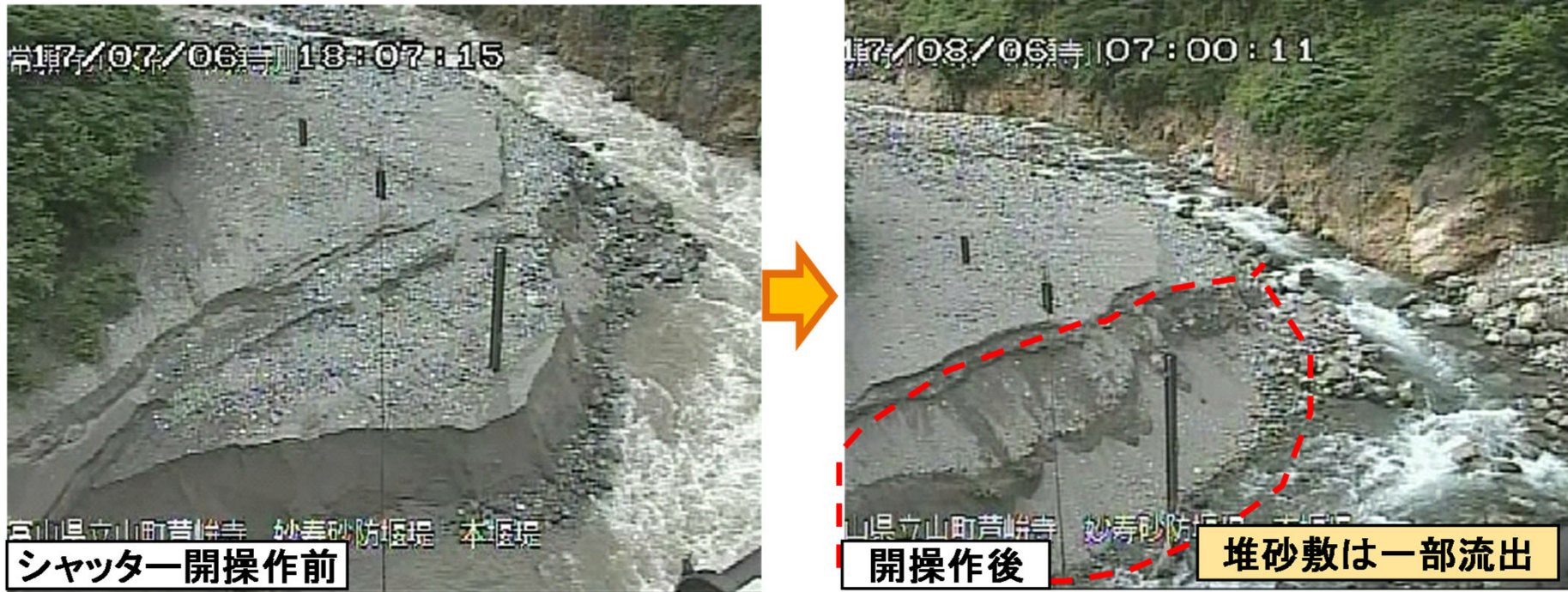


④2016年7月27日出水：減水期の水位→下部横棧下端（水深1.0m）でシャッター開操作

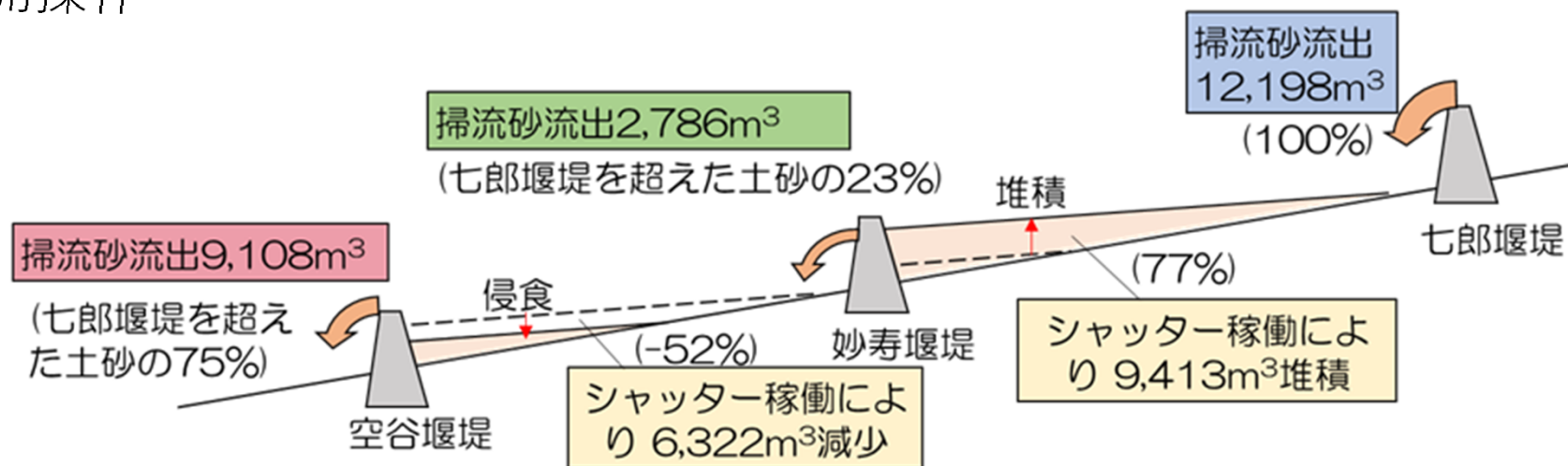




2017.7.4-6出水：水位低下後，固定横棧最下段（上部横棧下端，水深3.0m）で開操作

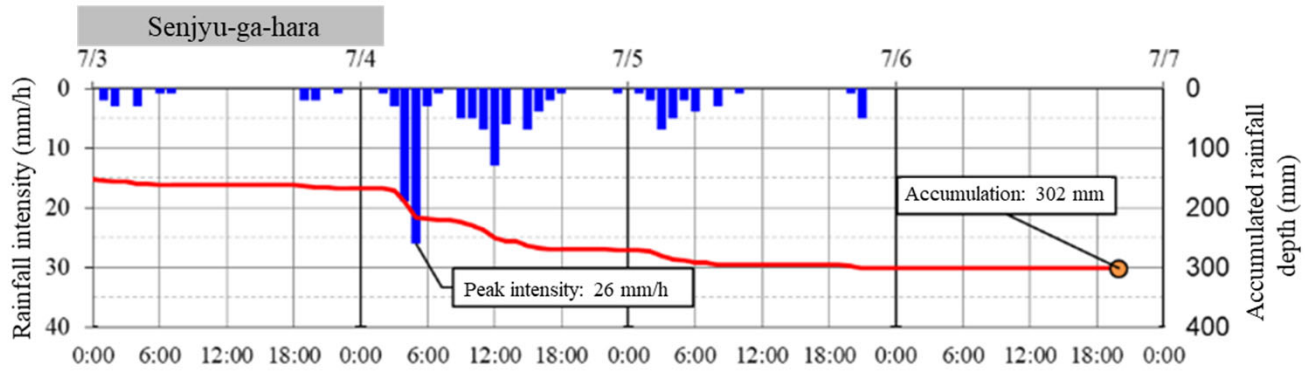


③2017年7月4日出水：減水期の水位→上部横棧下端（水深3.0m）でシャッター開操作

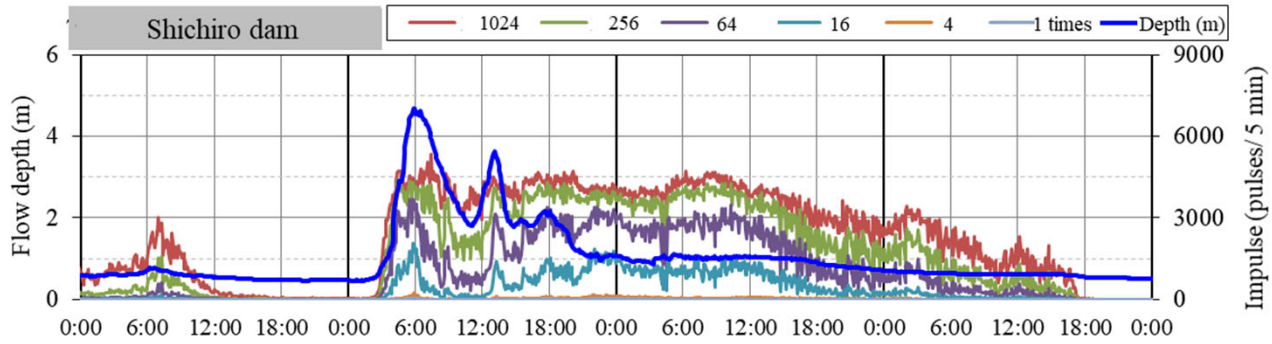




千寿ヶ原

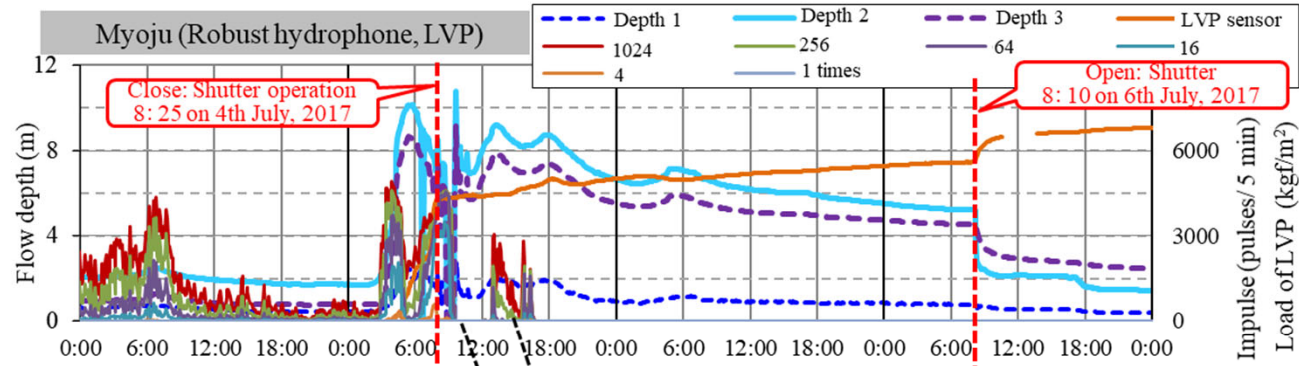


七郎



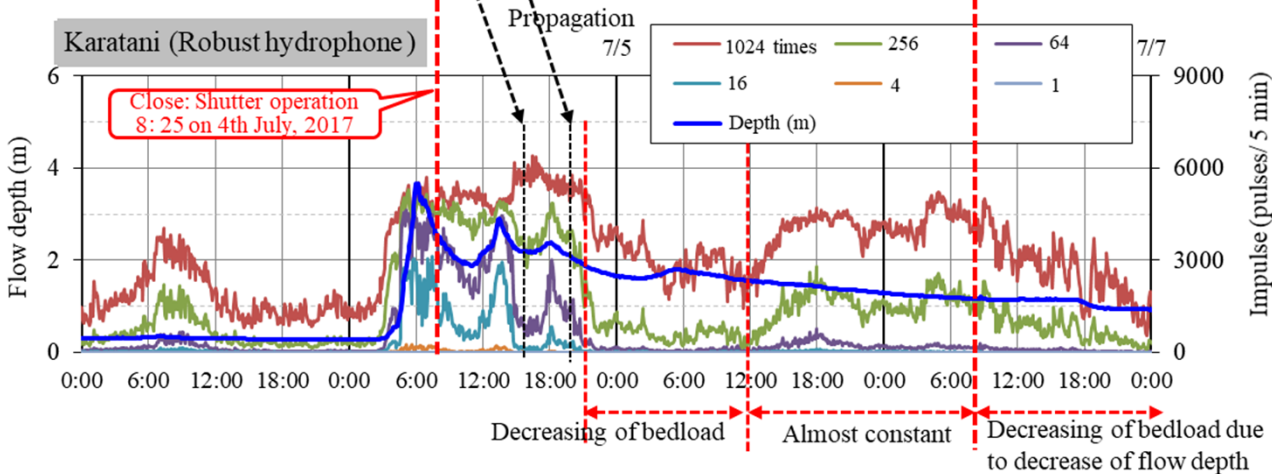
妙寿から  
1,540 m上流

妙寿



空谷

妙寿から  
3,465 m下流

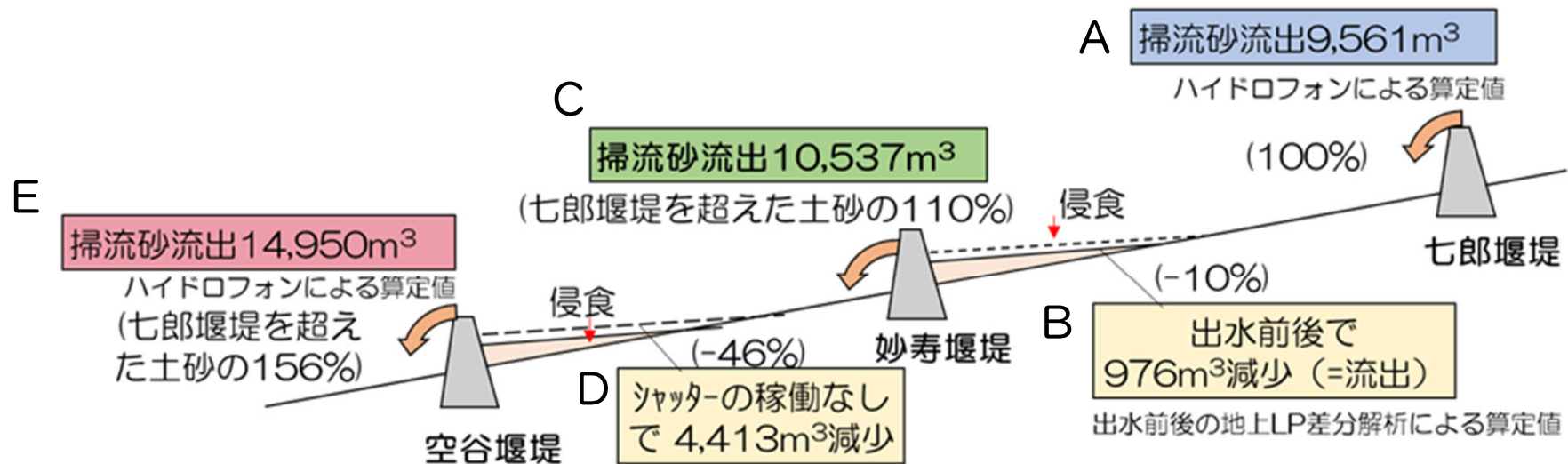


Decreasing of bedload    Almost constant    Decreasing of bedload due to decrease of flow depth

## 2018.7.5出水：シャッターの操作ナシ



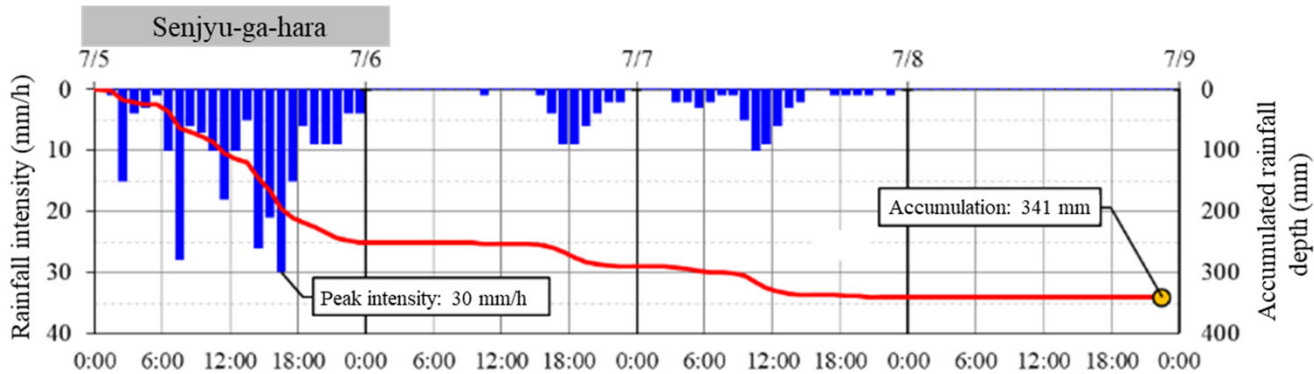
①2018年7月5日出水：シャッター開状態・操作無し（2021年7月8日出水も操作なし）



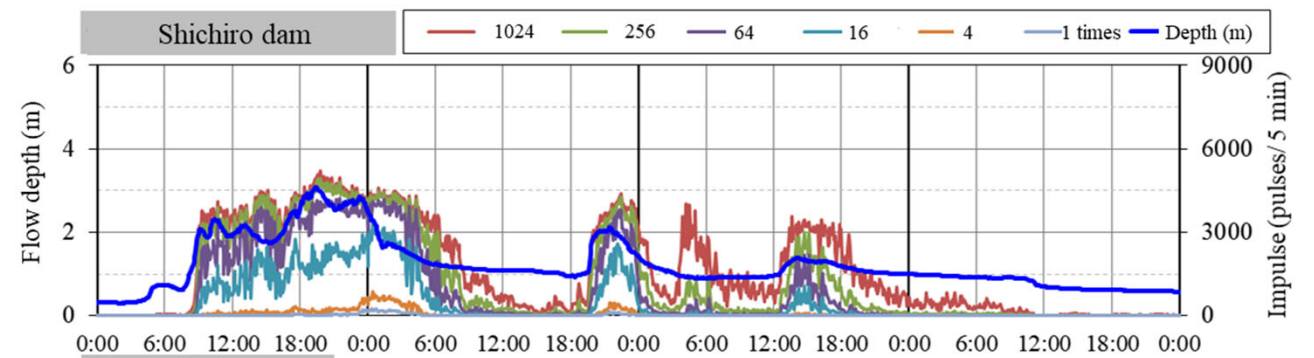
・7/5~6の出水以降、妙寿堰堤上流の堆積土砂の一部が下流に流出（差分解析より）



千寿ヶ原

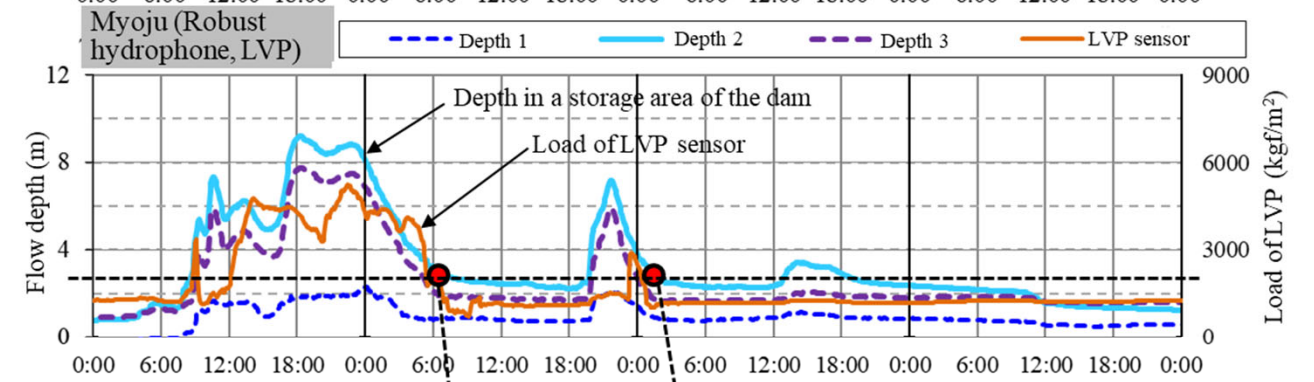


七郎

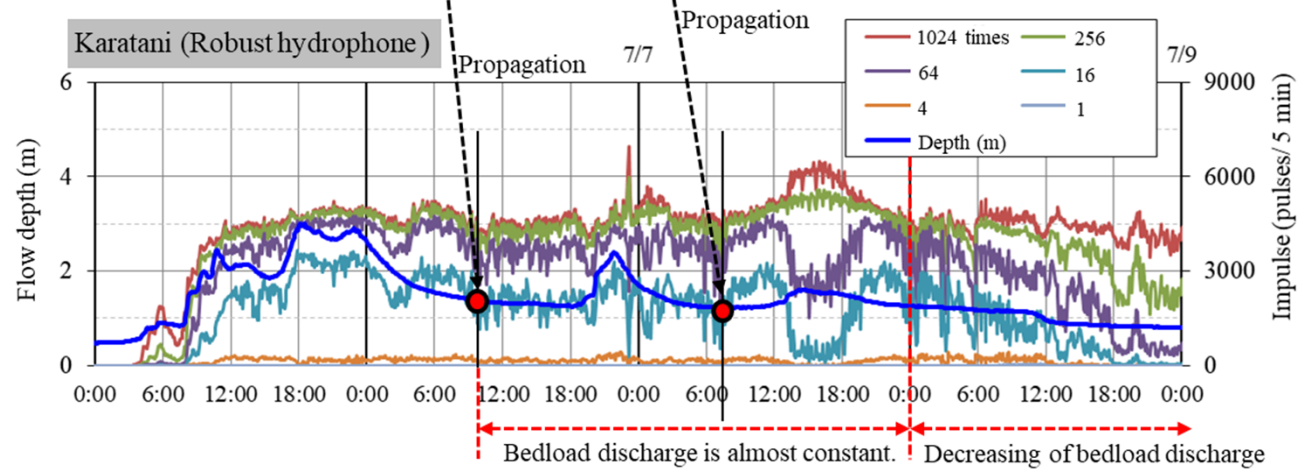


妙寿から  
1,540 m上流

妙寿

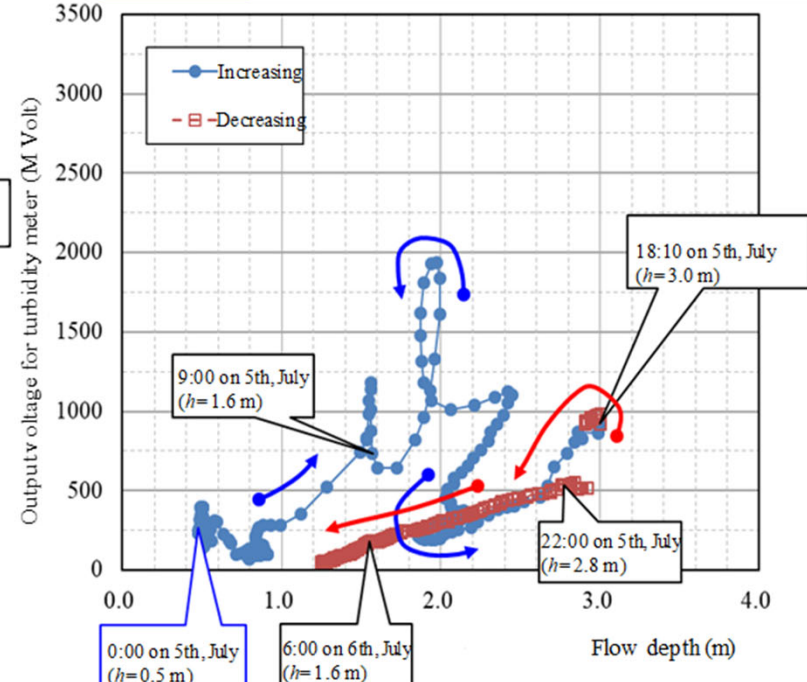
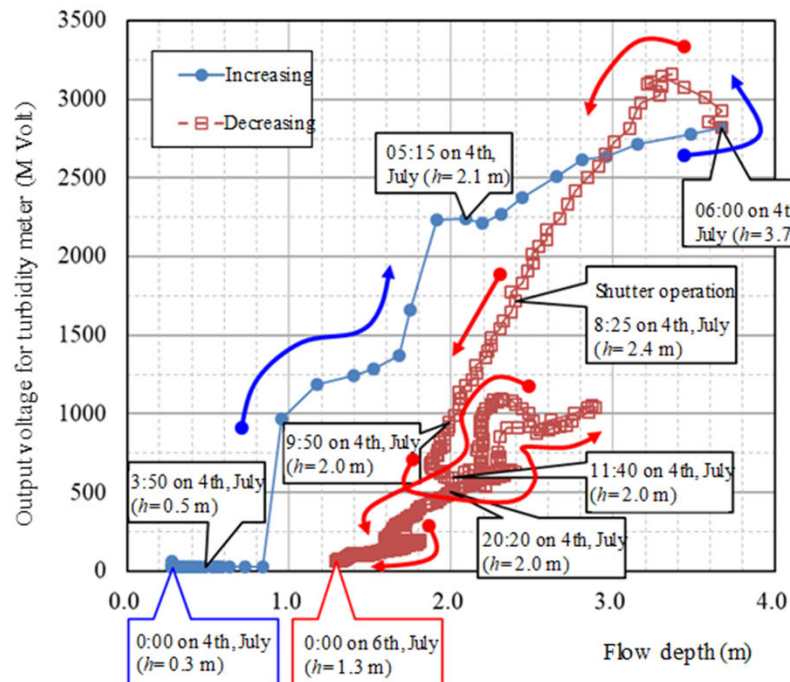
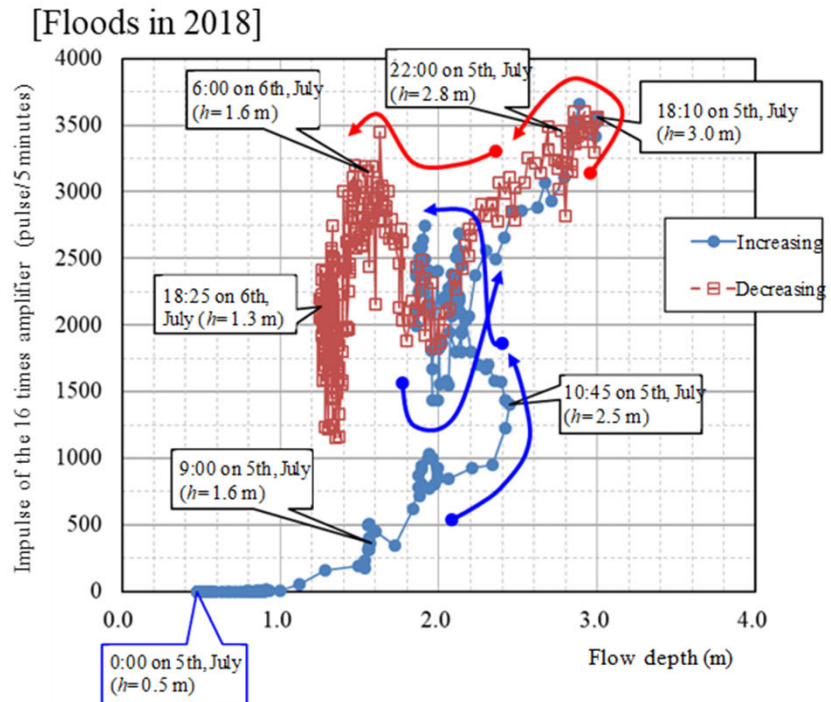
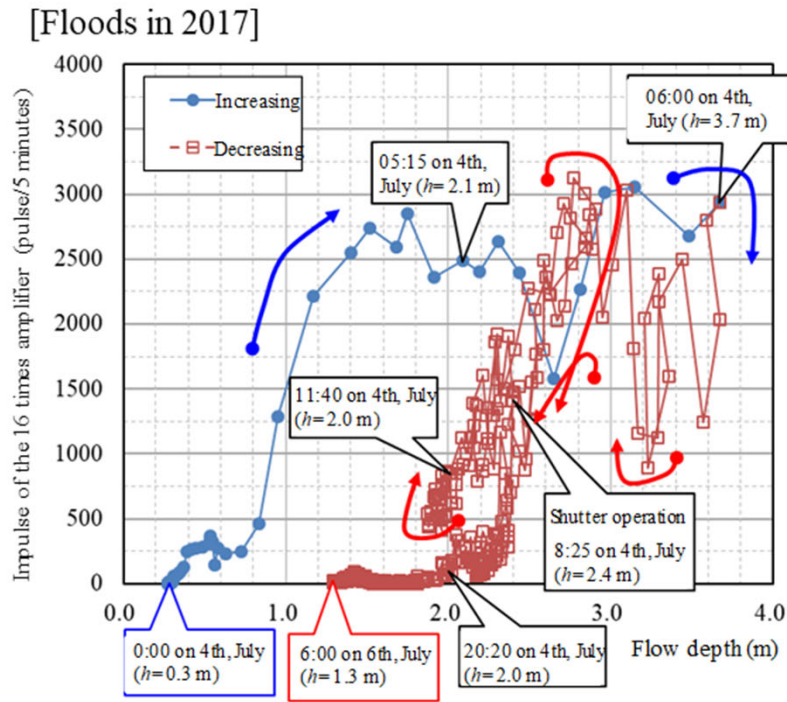


空谷



妙寿から  
3,465 m下流

# 2017.7.4-6出水, 2018.7.5出水(シャッター操作ナシ): シャッター堰堤下流(空谷堰堤)での掃流・細粒成分



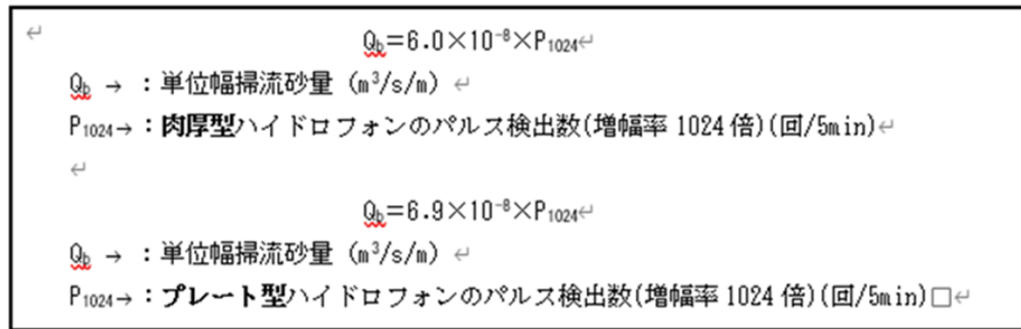


# 【付記】 土砂収支

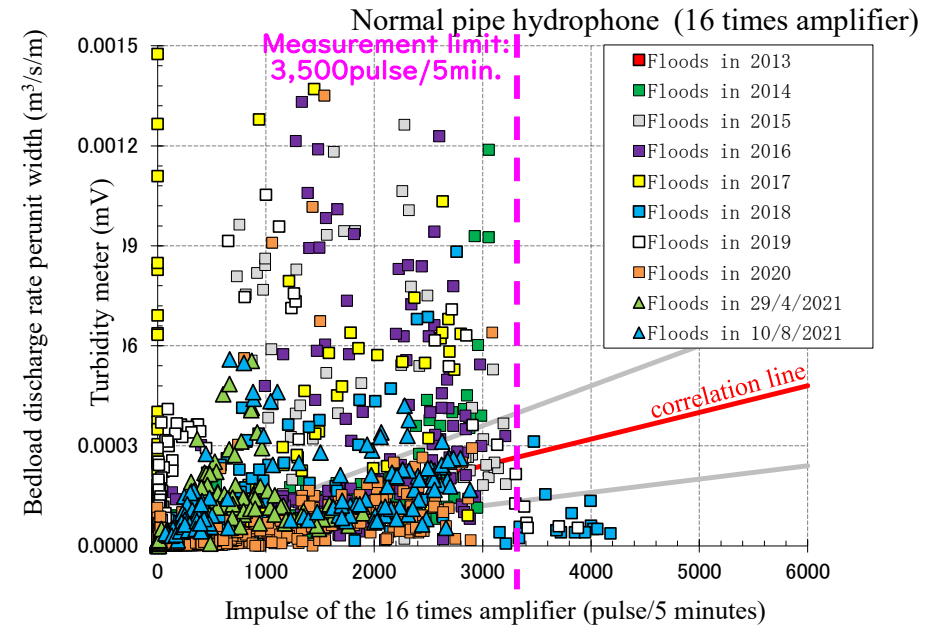
出水期間中の妙寿堰堤上下流における土砂収支を概算。その際、以下のデータを活用し、妙寿堰堤からの流出土砂量を推定。

- (1)七郎砂防堰堤：肉厚型ハイドロフォンのパルスデータ
- (2)妙寿砂防堰堤：プレート型ハイドロフォンのパルスデータ
- (3)空谷砂防堰堤：肉厚型ハイドロフォンのパルスデータ
- (4)妙寿堰堤堆砂敷の堆積土砂変動量（出水前後での測量結果に対し差分解析を行う）

★津之浦下流砂防堰堤でのハイドロフォンパルスデータと観測柵の土砂捕捉量の相関を使う

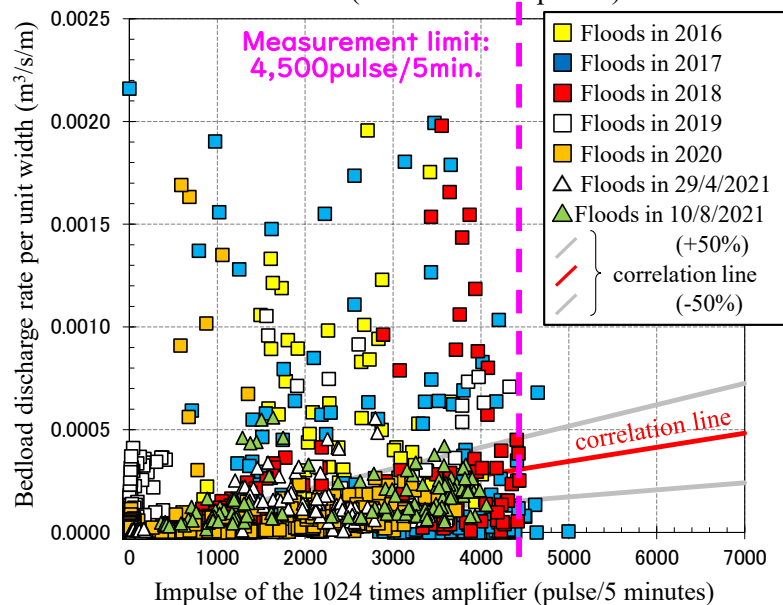


パイプハイドロフォン(標準型)



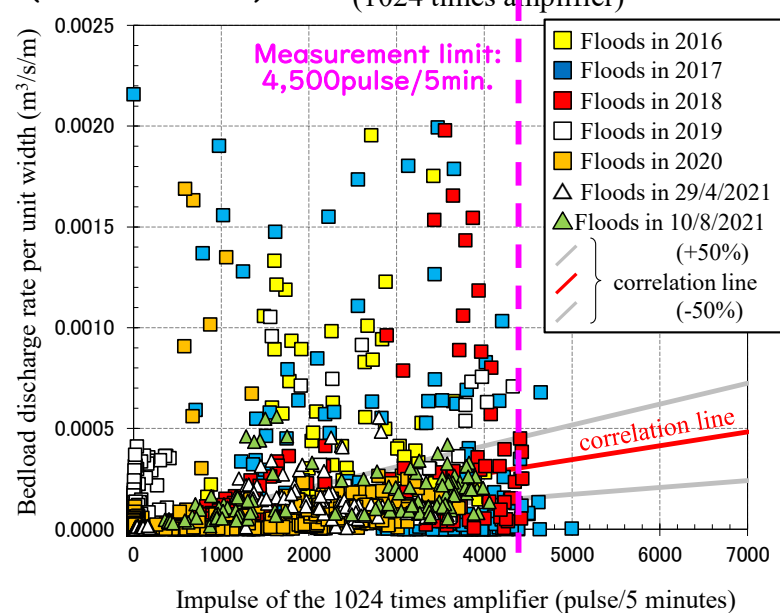
プレート型

Robust type \*Plate type hydrophone (1024 times amplifier)



肉厚型 (t=10.2mm)

Robust type \*Pipe hydrophone (1024 times amplifier)



① 2018/7/5出水			掃流砂量 m <sup>3</sup>	inputを100%とした時の 各土砂量の比	備考
七郎砂防堰堤→妙寿砂防堰堤	input	A	9,561	100%	肉厚型HPにより算定
妙寿砂防堰堤 堆砂量変化		B	-976	-10%	堆砂敷の測量+差分解析より算定
妙寿砂防堰堤→空谷砂防堰堤	output	C	10,537	110%	HP故障：C=A-Bとした
空谷砂防堰堤 堆砂量変化		D	-4,413	-46%	D=C-Eとした
空谷砂防堰堤→下流域		E	14,950	156%	肉厚型HPにより算定

(期間: 2018/6/18~7/11)

② 2020/7/8出水			掃流砂量 m <sup>3</sup>	inputを100%とした時の 各土砂量の比	備考
七郎砂防堰堤→妙寿砂防堰堤	input	A	281	100%	HP故障：A=B+Cとした
妙寿砂防堰堤 堆砂量変化		B	-216	-77%	堆砂敷の測量+差分解析より算定
妙寿砂防堰堤→空谷砂防堰堤	output	C	497	177%	プレート型HPにより算定
空谷砂防堰堤 堆砂量変化		D	-		算定不可能
空谷砂防堰堤→下流域		E	-		HP故障

(期間: 2020/6/29~7/22)

③ 2017/7/4出水			掃流砂量 m <sup>3</sup>	inputを100%とした時の 各土砂量の比	備考
七郎砂防堰堤→妙寿砂防堰堤	input	A	12,198	100%	肉厚型HPにより算定
妙寿砂防堰堤 堆砂量変化		B	9,413	77%	堆砂敷の測量+差分解析より算定
妙寿砂防堰堤→空谷砂防堰堤	output	C	2,785	23%	HP故障：C=A-Bとした
空谷砂防堰堤 堆砂量変化		D	-6,323	-52%	D=C-Eとした
空谷砂防堰堤→下流域		E	9,108	75%	肉厚型HPにより算定

(期間: 2017/7/12~9/19)

④ 2016/7/27出水			掃流砂量 m <sup>3</sup>	inputを100%とした時の 各土砂量の比	備考
七郎砂防堰堤→妙寿砂防堰堤	input	A	2,201	100%	肉厚型HPにより算定
妙寿砂防堰堤 堆砂量変化		B	5,290	240%	堆砂敷の測量+差分解析より算定
妙寿砂防堰堤→空谷砂防堰堤	output	C	-		HP故障
空谷砂防堰堤 堆砂量変化		D	-		算定不可能
空谷砂防堰堤→下流域		E	2,722	124%	肉厚型HPにより算定

(期間: 2016/6/20~8/22)