

### 1.3.4. 自動撮影 (No. 5-1 ダムの瀬切れ状況) および洗掘状況の確認







No. 5-1 ダムおよびNo. 5-2 ダムは、2013 (平成 25) 年度の調査において「瀬切れ」が懸念されていた。また、特にNo. 5-1 ダム斜路末端部の洗掘が懸念されていたことから、水中の洗掘状況を撮影してきている。








#### 1.3.4.1. 自動撮影 (No. 5-1 ダム)

瀬切れ発生状況の監視を目的にNo. 5-1 ダムおよびNo. 5-2 ダムにおいて、2014 (平成 26) 年度～2022 (令和 4) 年度まで9か年間、自動撮影カメラによる撮影を実施している (No. 5-2 ダムについては2015 (平成 27) 年度まで撮影し、2016 (平成 28) 年度からはNo. 5-1 ダムのみを対象としている)。

結果として、2014 (平成 26) 年度～2022 (令和 4) 年度まで9か年間、写真を確認した限りでは両ダムともに瀬切れは発生していなかった。

ここでは、渇水期 (例年 11 月～1 月) のうち流量が減少している写真を抽出し整理するとともに、その他豪雨に伴う出水状況や積雪状況を抽出して示す。

No.5-1ダム	撮影年月日 コメント	No.5-1ダム	撮影年月日 コメント
	H27(2015) 1/17 背切れなし。		R1(2019) 12/26 背切れなし。
	H28(2016) 1/14 瀬切れなし。		R2(2020) 12/10 背切れなし。
	H30(2018) 12/25 瀬切れなし。		R3(2021) 11/8 背切れなし。

No.5-1ダム	撮影年月日 コメント	No.5-1ダム	撮影年月日 コメント
	H26(2014) 10/17 豪雨に伴う出水状況。		R1(2019) 10/13 台風19号通過後の出水状況。
	H28(2016) 9/21 豪雨に伴う出水状況。		R2(2020) 9/10 豪雨後の出水状況。
	H29(2017) 10/23 豪雨に伴う出水状況。		R4(2022) 1/24 積雪状況。
	H30(2018) 8/21 豪雨に伴う出水状況。		R4(2022) 9/9 豪雨後の出水状況。

#### 1.3.4.2. No.5-1 ダム斜路末端部洗掘状況の推移

No.5-1 ダム斜路末端部の洗掘は年々進行している。2022（令和4）年度では40cm程度まで洗掘されている。



## 2. 土砂移動量

### 2.1. 調査目的

土砂移動と溪流環境について、従来型の治山施設の影響は主に連続性の毀損と動的構造（ダイナミズム）の劣化に現れる。前者は、ダムが地形と水流を不連続にし、その結果、魚等の遡上が不可能になることなどによって動物の分布にも不連続性をもたらすことをさす。後者は、洗掘・堆積によって多様な溪床微地形が形成あるいは変形させられ、それに応じて瀬や淵、植生が侵入・生育する堆積地が形成・変形・破壊させられているのが溪流環境の本質であるが、治山施設の効果により土砂移動の規模や頻度が減少することとなり、このような変化等が不活発化することをいう。その結果、例えばダム上流の堆砂敷では洗掘が起りにくくなり平坦で凹凸の少ない形状が広がり、淵が減少し平瀬が優占的に分布する状態が継続し、単調な環境となることがしばしばである。

茂倉沢では、従来型の治山ダム施設整備により土砂移動が制御され、前述のような不連続性の出現とダイナミズムの変質が生じ溪流環境は大きく変えられた。しかし平成 21 年度以降、既設治山ダムの中央部撤去など、溪流環境保全を考慮した治山施設整備が行われている。

ここでは溪流環境保全を考慮した治山施設整備後の土砂移動の実態を明らかにし、溪流環境保全を考慮した治山施設整備が溪流環境の回復に貢献したかを評価する。一方防災上の視点から、災害発生につながる土砂移動を抑制できているかを評価する。

茂倉沢においては、これまで継続的に土砂移動量調査として溪床縦横断測量が実施されてきた。「茂倉沢調査マニュアル案」において調査目的については「茂倉沢全体の土砂収支を算出し、降雨量との関係を見ながら評価する」との記載があるのみだが、これは物理的基盤環境の一つとしての土砂移動量に着目し、大規模降雨や施設整備といったイベント発生時の土砂移動量の変化から、それらのイベントが溪流の物理環境に与える影響を把握することを可能とするものである。

### 2.2. 調査方法

「茂倉沢調査マニュアル案」における土砂移動量調査の記述は、以下の囲みに示すとおりである。

#### (10) 土砂移動量調査

赤谷川と茂倉沢合流点から大滝までの区間において、光波測距儀（トータルステーション）により縦横断測量を行う。横断測量地点は、108 横断となる。前回の横断測量成果と比較して、堆積量および侵食量を平均断面法で算出し、区間ごとの土砂移動量を算出する。

#### 【留意点】

- ・年 1 回、台風シーズンの後（秋季）に実施する。横断測量結果を前年の結果と重ね合わせることで各横断における土砂の侵食量と堆積量を算出し、横断間の延長から土砂移動量を求める。これを全横断において行い、茂倉沢全体の土砂収支を算出し、降雨量との関係を見ながら評価する。
- ・横断測線の向きが違くと正確な土砂移動量の算出が困難になるため、横断測線の方向杭を確実に確認する。方向杭が確認できなかった場合、前年の測量成果簿を参照し可能な限り正確に測量方向を再現する。

調査は、2005（平成 17）年に設定された縦断測線と横断測線を用い、縦断測量は赤谷川合流点（測点 BP）から上流部の大滝上端（測点 No. 155）までの約 3,500m、横断測量は赤谷川合流点付近（測点 No. 4）から林道終点付近（測点 No. 123）までの 108 横断で実施している。ただし縦断測線については、2008（平成 20）年度に線形が変更されており、当然のことながら当該変更区間においては横断測



### 2.3. 調査結果

下記のとおり、縦横断測量自体は2005（平成17）年以降11回実施されているが、電子データの有無などの理由により、比較検討が可能なものは限られる。

2005（平成17）年より2020（令和2）年までの土砂移動量と土砂収支を図3. 2-2に示す。

表3. 2-1 測量の実施時期とイベント発生時期

年（和暦）	土砂移動に関連するイベント	測量実施時期
2005（平成17）	事業着手時（バックグラウンド）	10月測量 H20以降と測点位置にズレあり
2006（平成18）	（特筆すべきイベントなし）	12月測量 同上
2007（平成19）	（特筆すべきイベントなし）	11月測量 同上
2008（平成20）	No.5ダム底抜け	底抜け後9月測量、中心線再設定
2009（平成21）	保全工設置、No.2ダム改修、No.5-1ダム設置	7月測量
2010（平成22）	No.5-2ダム設置、No.6ダム副堤根固	9月測量
2011（平成23）	台風15号：115mm/日（9/21）	10月測量
2012（平成24）	No.1ダム改修、No.3ダム撤去	10月測量
2013（平成25）	工事概成	11月測量
2014（平成26） ～2016（平成28）	（特筆すべきイベントなし）	（測量実施なし）
2017（平成29）		11月測量
2018（平成30）		（測量実施なし）
2019（令和01）	台風19号：198mm/日（10/12）	（測量実施なし）
2020（令和02）	集中豪雨：182mm/日（9/9）	R01台風19号後・R02集中豪雨前6月測量
2021（令和03） ～2022（令和04）	（特筆すべきイベントなし）	（測量実施なし）

以降の検討においては、茂倉沢において発生した特徴的なイベントの前後として以下の4時期のデータを用いた。No.2ダムについては、測量開始前の2002（平成14年）10月の台風で左岸下部が破損し、土砂が流出した。

表3. 2-2 検討に用いた測量の実施時期と影響を与えるイベント

年（和暦）	測量実施時期に影響を与えるイベント	備考
2009（平成21）年7月 ～2010（平成22）年9月	保全工設置、No.2ダム中央部撤去、No.5-1ダム設置	
2010（平成22）年9月 ～2011（平成23）年10月	No.5-2ダム設置、No.6ダム副堤根固、2011（平成23）年台風15号	
2012（平成24）年10月 ～2013（平成25）年11月	No.1ダム増厚・嵩上、No.3ダム中央部撤去	
2017（平成29）年11月 ～2020（令和02）年6月	2019（令和01）年台風19号	

上記4時期について、各横断測線の断面積差分（堆積面積－侵食面積）を図示して図3. 2-3～図3. 2-6に示す。同図では最上段に茂倉沢の縦断面図（横軸：距離、縦軸：標高）を、その下に谷幅を平面的に示し（横軸：距離、縦軸：谷幅（左右岸合計値）、さらに下段に時期別の断面積差分（延長を乗じた「土砂量」とは異なる）を表示している。

### 2.3.1. 全体的な傾向（図3. 2-2、図3. 2-3）

- ・2005（平成17）年10月～2020（令和02）年6月の土砂収支（赤色折線）を見ると、No.1ダム上流では堆積しているが、それ以外の区間ではほとんど侵食である。
- ・つまり、茂倉沢の対象区間については侵食傾向にあるといえる。
- ・これは茂倉沢の対象区間については上流からの土砂の供給が減少している、つまり上流域の森林が安定してきたことにより、斜面から溪流に供給される土砂が減り、溪流内で移動する土砂量が少なくなっているものと考えられる。
- ・時期別で比較すると、2017（平成29）年11月～2020（令和2）年6月の変動が大きい。これは2019（令和元）年台風19号による出水の影響である。
- ・2017（平成29）年11月～2020（令和2）に土砂堆積が顕著な区間としては、保全工の前後があげられる。
- ・No.1ダム下流においては、いずれの時期でも侵食・堆積ともに少ないが、比較的大きな侵食と堆積が見られるのが赤谷川合流点より上流300m～400m間である。これは自然地形である谷幅拡幅部が土砂調整機能を発揮している可能性が考えられる。

### 2.3.2. No.2ダム中央部撤去の影響（図3. 2-3）

- ・No.2ダムは2005（平成17）年当時から底抜けしており、2009（平成21）年7月～2010（平成22）年9月の差分でも洗掘傾向が現れている。
- ・No.2ダムの中央部撤去を行った直後の2010（平成22）年測量の結果からは、No.2ダム直上流部での洗掘が顕著である。
- ・No.2ダムの洗掘については、中央部撤去以降徐々に洗掘場が上流に遡上している傾向が見られる。
- ・No.2ダム下流側の侵食は上流側よりも少なくなっている。これは、No.2ダムの中央部撤去時に残置・補強された左右岸の袖部が、土砂移動に対して一定の抑制効果を発揮しているものと考えられる。
- ・部分的には2020（令和2）年測量のNo.2ダム上流約120mなど）堆積している箇所もあるが、これらも溪岸等からの新たな土砂供給によるものではなく、溪床内で再移動した土砂の堆積と考えられる。
- ・大きな土砂移動が発生した場合、堆積場が下流に移動していくという報告も見られるが、茂倉沢ではそのような傾向ははっきりとは見られない。

### 2.3.3. No.1ダム上流域の変動（図3. 2-4）

- ・2010（平成22）年以前はほとんど変動なし。
- ・2011（平成23）年にはNo.1ダムから上流約200m地点より上流で堆積傾向が見られる。
- ・2013（平成25）年以降はダム直上流でも堆積が見られる。これは2012（平成24）年のダム嵩上げの影響が考えられる。
- ・ダム上流域では侵食は見られず、ダムが土砂を抑えていることがわかる。

### 2.3.4. No.8ダム上流域の変動（図3. 2-5）

- ・ダムによる影響を受けない区域（区間6-2）に注目する。
- ・土砂移動のボリューム自体には大きな動きはない。
- ・「堆積する一方」とか「侵食ばかり」というのではなく、全体に凸凹し侵食と堆積が交互に生じている傾向。
- ・ダム直上流は堆積傾向である。

### 2.3.5. 治山施設の防災効果（図3. 2-6）

- No. 5-1 ダム、No. 5-2 ダム付近は密集して治山施設が整備されている区間だが、土砂移動はわずかで、少なくとも下流域への土砂流出は抑えた。
- No. 6 ダムから No. 8 ダムまでの区間は、部分的に侵食区間、堆積区間ともに見られる。
- 高密度で治山施設が整備されている区間は、土砂移動が抑えられていることが分かる。
- No. 1 ダム下流は、2019（令和 01）年台風 19 号による出水があった時期であるにもかかわらず、他の区間に比べて侵食も堆積も少なくなっている。
- 以上より、治山施設が土砂移動をコントロールしていると考えられ、防災機能を発揮していると評価できる。

### 2.3.6. 治山施設の前後区間での土砂移動量

図3. 2-2 に示した土砂量調査結果を、保全工（2009（平成 21）年施工）下流～No. 2 ダム（2009（平成 21）年中央部撤去）上流、および No. 3 ダム（2012（平成 24）年撤去）下流～No. 6 ダム副堤（No. 5 ダム（2008（平成 20）年 底 抜 け）堆砂敷上流端）について、詳細に見ると以下ようになる。

#### 2.3.6.1. 保全工下流（測点 No. 32+20）～No. 2 ダム上流（測点 No. 56）（図3. 2-7）

- No. 2 ダム旧堆砂敷の洗掘傾向は、中央部撤去 2 年後（■エンジ色：2010 年 09 月～2011 年 10 月）は No. 2 ダム直上流から No. 49 付近だったものが、4 年後（■紫色：2012 年 10 月～2013 年 11 月）には No. 49+17 より上流に進み、10 年後（■橙色：2017 年 11 月～2020 年 06 月）になると No. 51 より上流へと、徐々に上流側へ洗掘範囲が移動・拡大していると考えられる。
- 全体に No. 2 ダム上流では洗掘傾向であるが、No. 2 下流ではやや堆積傾向にある。
- 2019（令和 01）年台風 19 号の際（■橙色：2017 年 11 月～2020 年 06 月）には、保全工直上流の堆積傾向がより鮮明に現れている。

#### 2.3.6.2. No. 3 ダム下流（測点 No. 58）～No. 6 ダム（副堤：測点 No. 82）（図3. 2-8）

- No. 2 ダム旧堆砂敷と同様に、No. 5 ダム堆砂敷も 2011 年（■エンジ色）から、2013 年（■紫色）、2020 年（■橙色）と、徐々に上流側へ洗掘範囲が移動・拡大していると考えられる。
- No. 3 ダム撤去後（紫色）には、No. 3 ダム上流で洗掘された土砂が直下流に堆積していることが明らかになった。しかし影響は測線で 2 本分の範囲（測点 No. 60 まで）のようである。
- 2019 年台風 19 号（■橙色）は、No. 3 ダム下流および No. 5 ダム上流で顕著な土砂侵食が発生しているが、No. 5-1 ダム～No. 5 ダム間では、ほとんど侵食が見られない。

## 2.4. 考察

- No. 2 ダム中央部撤去により、その付近における土砂移動が活発化し、溪流環境の基盤である動的構造が回復しつつあると評価できる。
- 一方、治山施設により急激な土砂移動を抑制している傾向が見られ、防災効果が発揮されている。



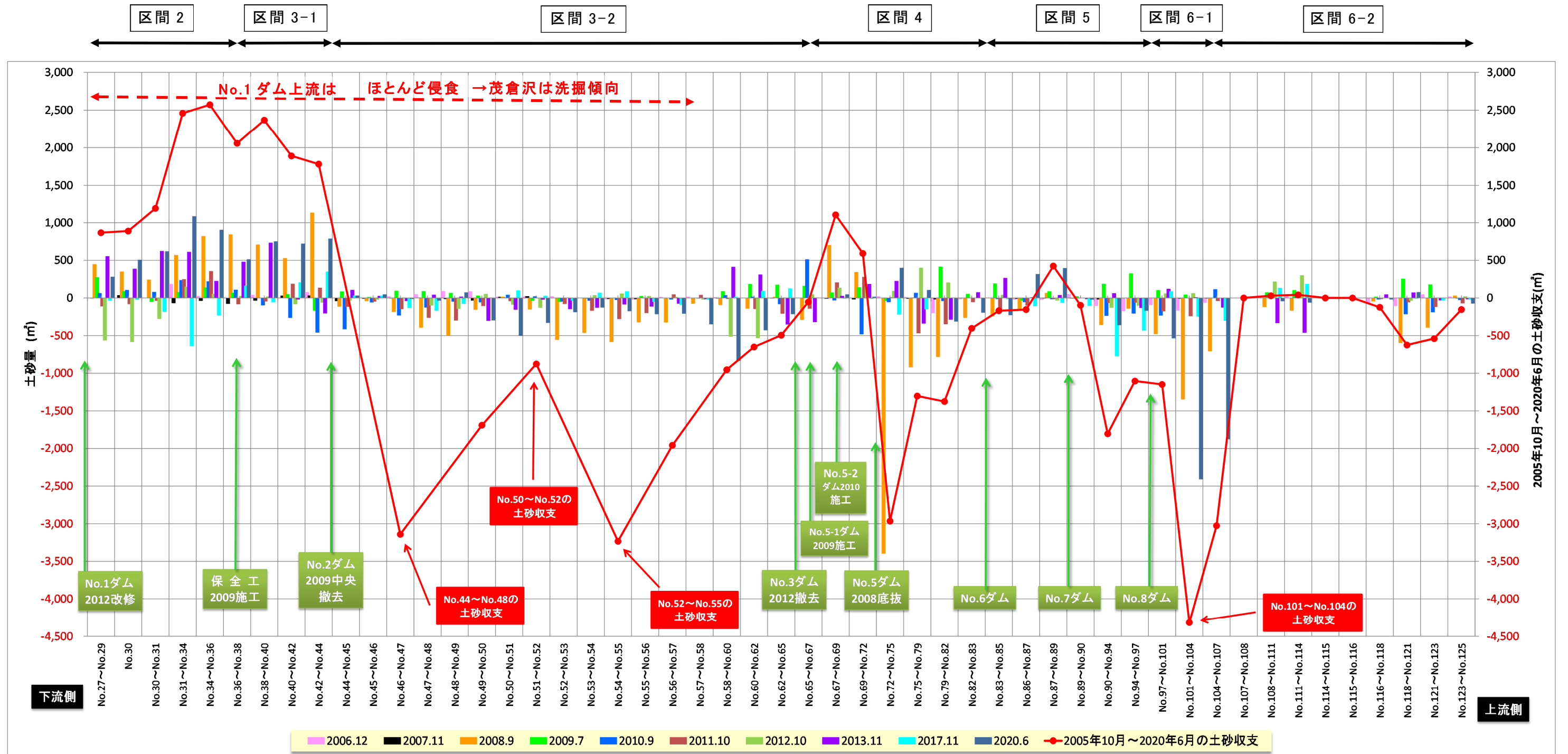


図 3. 2-2 全体的な傾向、No. 2 ダム中央部撤去の影響

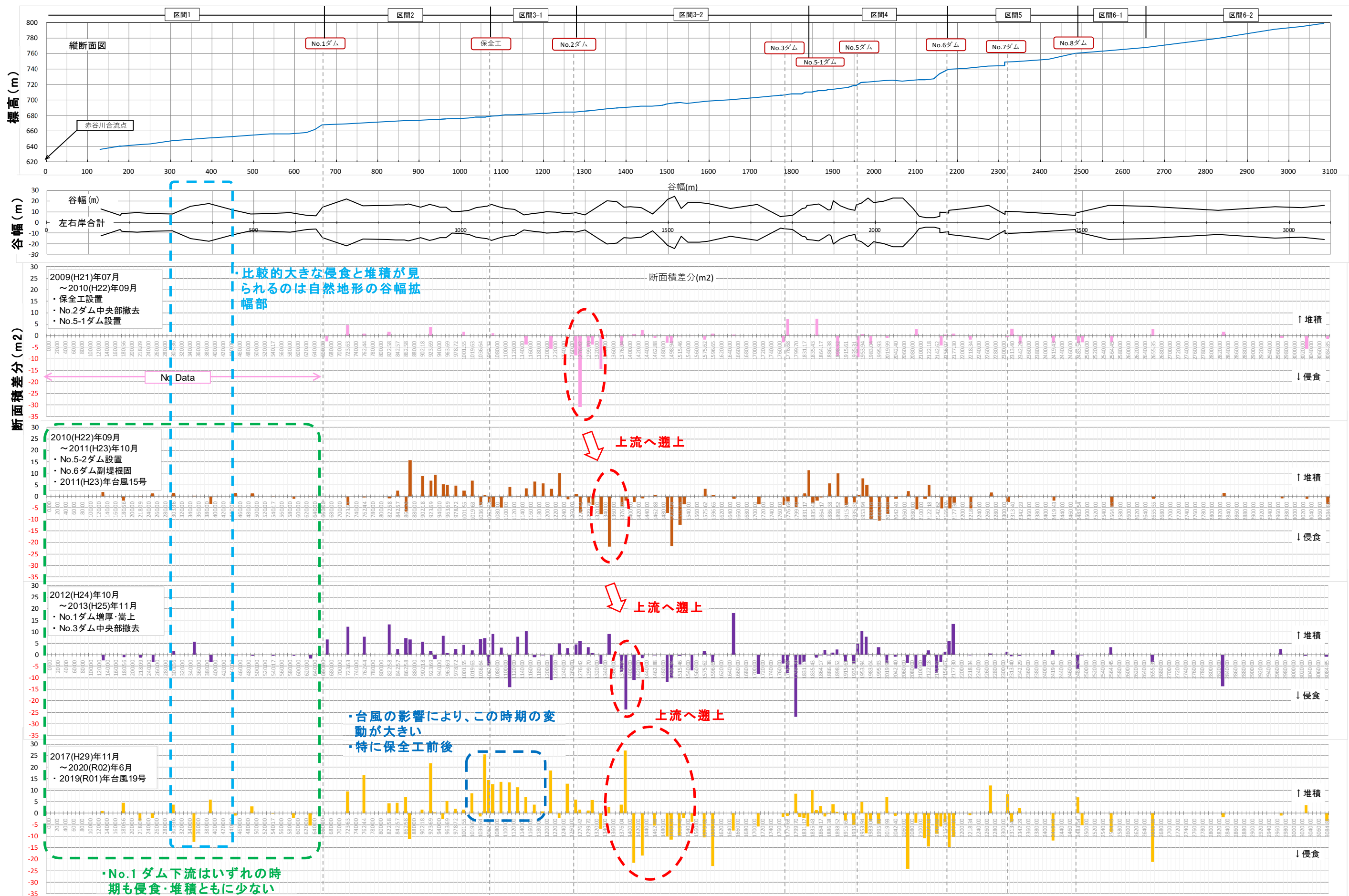


図 3. 2-3 全体傾向、No. 2 ダム中央部撤去の影響

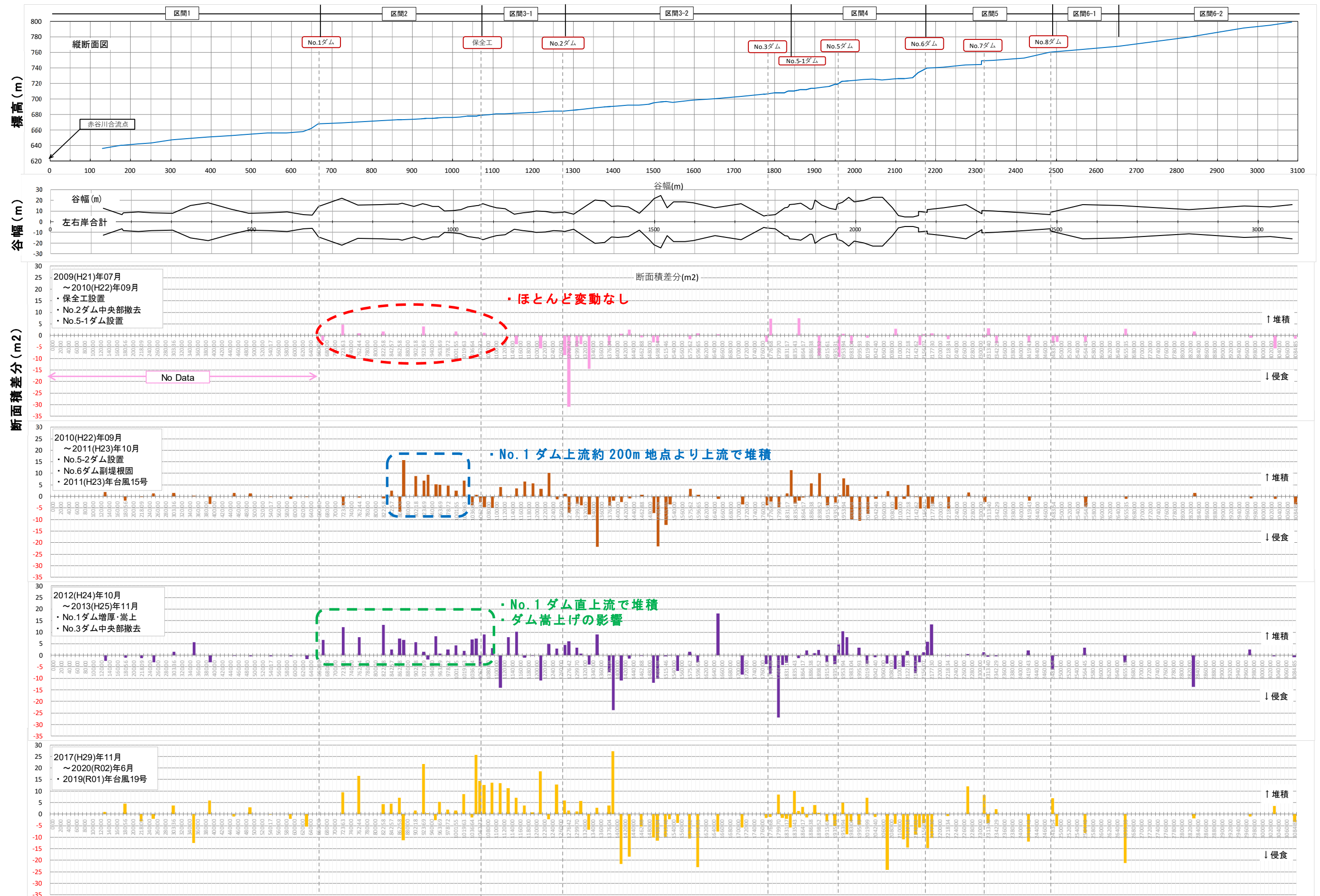


図3. 2-4 No.1ダム上流域の変動

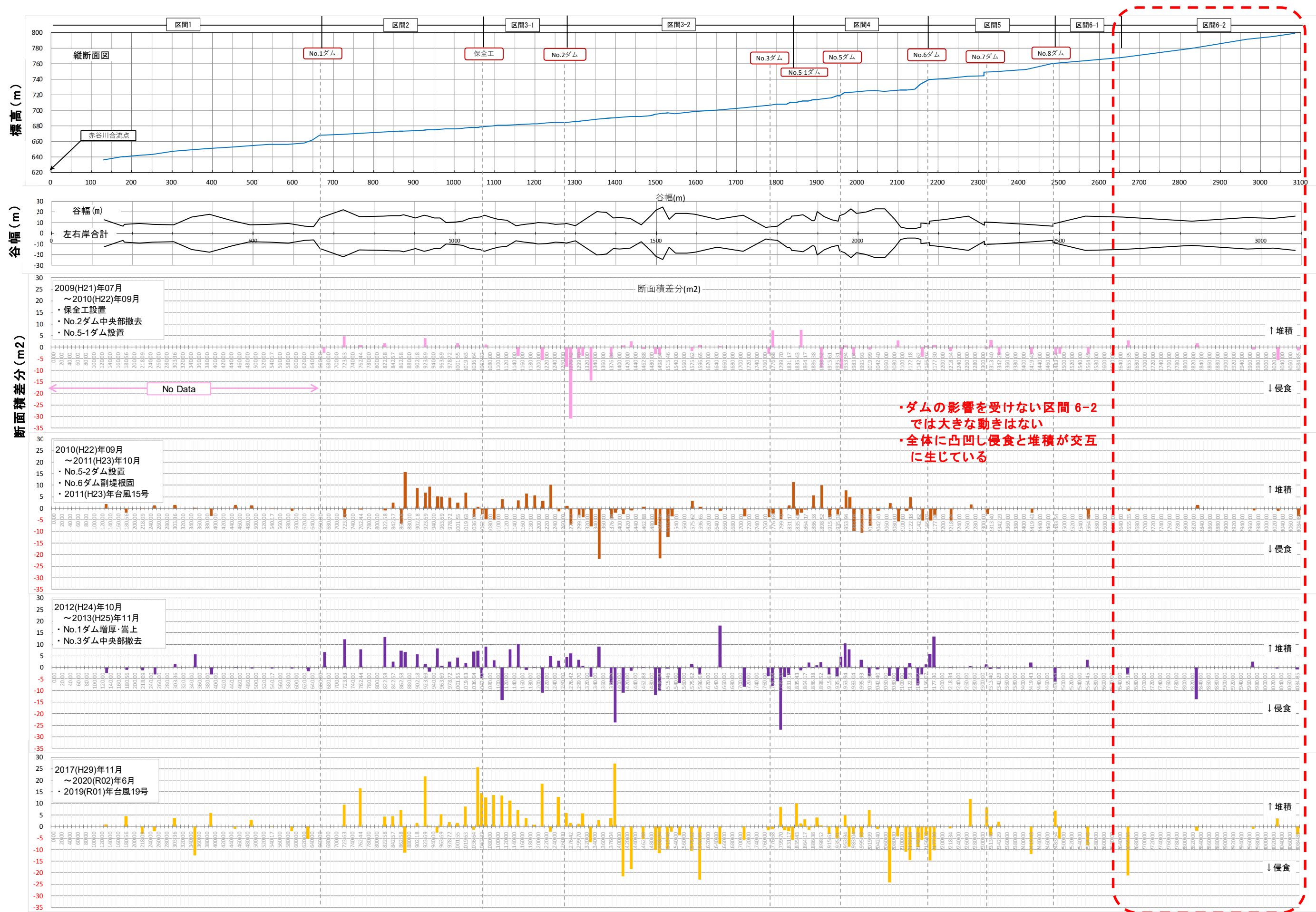


図 3. 2-5 No. 8 ダム上流域の変動

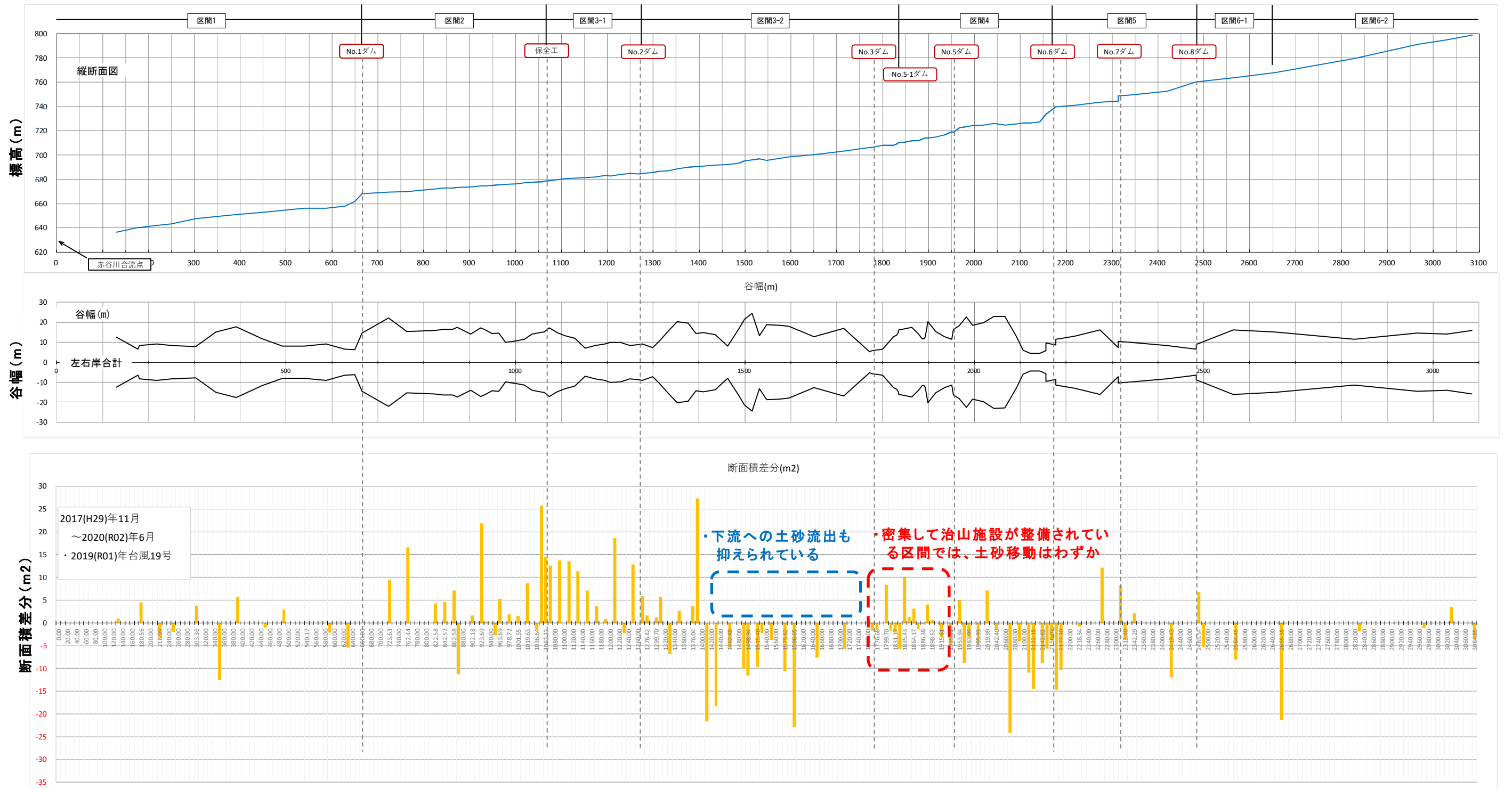


図 3. 2-6 勾配、谷幅、断面積差分 (2019 (令和元年) 出水前後の差分) からの治山施設の防災効果の評価

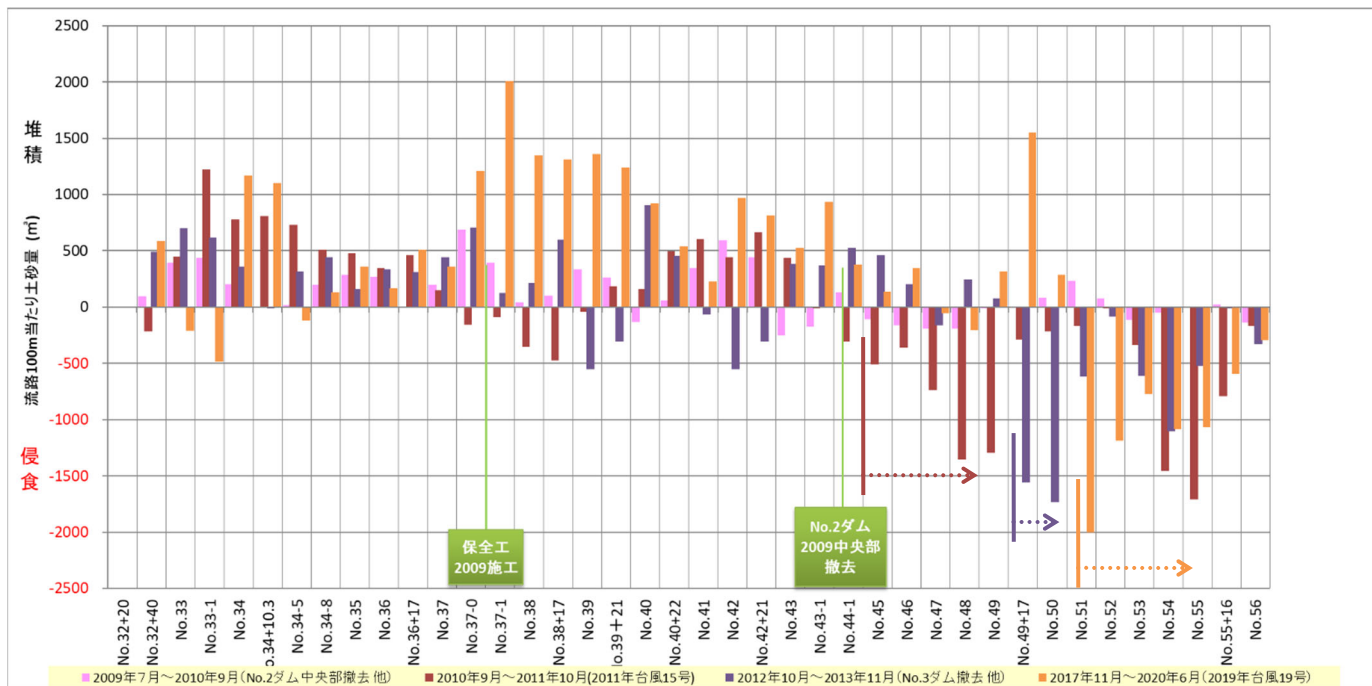


図 3. 2-7 土砂移動量集計結果  
 (保全工下流～No. 2 ダム上流：イベント発生時抜粋 流路 100m 当り)

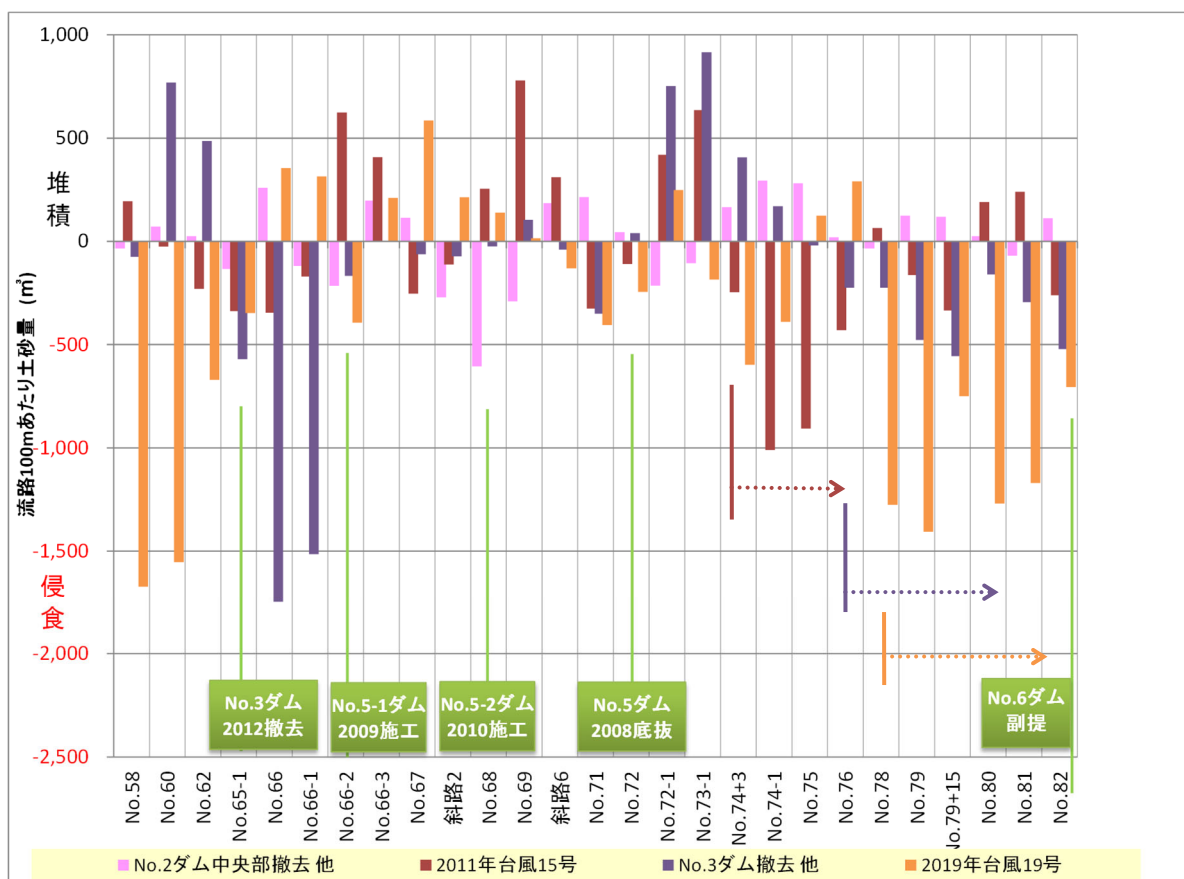


図 3. 2-8 土砂移動量集計結果  
 (No. 3 ダム下流～No. 6 ダム (副堤)：イベント発生時抜粋 流路 100m 当り)

### 3. 瀬淵・倒流木

#### 3.1. 調査目的

##### 3.1.1. 基本的な考え方

茂倉沢における物理環境把握の一環として、水生生物と密接な関係を持つ流路内の瀬淵・倒流木を対象に、その分布と経年推移を調査するものである。

過去の溪流環境復元ワーキンググループの討議では、次のように位置づけられていた。

- ・調査頻度：5年に1回、及び10年確率以上の降雨が発生した翌年に実施。
- ・留意事項：10～11月の減水期に実施、瀬淵調査と倒流木調査の両者を同時に行う。

##### 3.1.2. 瀬淵の意義

生物多様性の一要素である生態系の多様性には環境の物理構造といった要素が含まれる。瀬や淵は溪流に存在する普遍的な物理的環境要素であるとともに、水生生物にとって基本的な環境要素である。すなわち、瀬や淵が存在することが溪流環境の基本であり、環境の多様性を支える土台となっている。溪流において普遍的な溪床変動が瀬と淵を形成し、この変動性が溪流環境の本質であり、生物多様性の基礎となっている。

これらのことから、瀬や淵の形成状態を観察することにより溪流環境の状況を把握することができる。また、瀬や淵の状況を調べることにより溪流環境の健全度を判断できる。水生生物は瀬や淵の環境特性に応じて棲み分けて利用場所の選択を行っており、とりわけ淵の存在が魚類の生息状況、密度や現存量に重要な役割を果たしている。

##### 3.1.3. 倒流木の意義

倒流木は河道内に落下したり流下したりしてきた樹木体である。これが水面や水中に存在すると、魚類にとっては良質なシェルターの提供（カバー効果）となり、良好な生息環境の形成につながる。また、流れの障害となることで流速を低減させて流れの多様性を生み、環境の多様性の創出につながる。特に、倒流木は淵の形成にも寄与するものである。しかしながら、倒流木は流れの障害となり、流路変動や土砂移動の要因となることもあり、下流へ多量に流出すると災害の原因ともなりうる。

#### 3.2. 調査方法

##### 3.2.1. 瀬淵調査

2013（平成25）年度業務成果として作成された茂倉沢調査マニュアル案における瀬淵調査の方法は、次ページの囲み（平成25年度業務成果「茂倉沢調査マニュアル（案）」に記載された瀬淵調査の方法）のとおりである。

同文中に「流路を平瀬、早瀬、淵、ステップアンドプールの4区分」とあるが、これを実際に平面図に表現する場合、「淵」は小さいため“区間”ではなく“点”の情報として示される。よって、線情報として図示するのは、「平瀬」「早瀬」「ステップアンドプール」の3つに、「伏流」を加えた4区分とした。また平面図中の「淵」のナンバリングについては、過去に実施した調査成果とあわせて、Poolの「P」を頭文字として、調査年度を示す番号と当該年度の通し番号をハイフンでつなぐ表示（赤色）とした。

例) **P1-12**……1回目調査（2011（平成23）年調査）の12番目の淵

**P2-2** ……2回目調査（2018（平成30）年調査）の2番目の淵

**P3-3** ……3回目調査（2020（令和02）年調査）の3番目の淵

※ 3回目調査で未確認の過年度調査の淵は、グレー表示とした。 例：P1-6、P1-13 など

現況の流路状況を元に、流路を平瀬、早瀬、淵、ステップアンドプールの4区分に区分する。平瀬、早瀬、淵の違いについては、「平成 18 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]（河川環境基図作成調査編）」によると、表 2-2 のように定義されている。また、早瀬と小規模な淵が比較的短い距離の中で連続して出現しているような箇所をステップアンドプールの区間として区分する。

淵については、「平成 18 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]（河川環境基図作成調査編）」によると、成因の違いにより表 2-3、図 2-5 のように区分される。これに従い、淵についてはそのタイプと大きさ(縦幅、横幅)、また、水深を合わせて記録する。

**【留意点】**

- ・ 10 年確率以上の日雨量が確認された際に調査を実施する。
- ・ 流況によって調査結果は左右されるため、過年度調査と同時期に調査を実施する。

表 2-2 平瀬、早瀬、淵の特徴による違い

区分	平瀬	早瀬	淵
水深	浅い	浅い	深い
水面	しわのような波	白波が立つ	波立たない
流速	早い	もっとも早い	ゆるい
河床	沈み石	浮き石	砂・礫など

表 2-3 成因の違いによる淵のタイプ

型	成因
M型	蛇行の水衝部が深掘れしたもの。河道が直線状であっても、砂礫堆の形成により流路が蛇行し、淵が認められることがある。
R型	岩、橋脚、水制等の周りが深掘れしたもの。
S型	岩盤、堰、床固等の下流が深掘れしたもの。
D型	堰の上流側の河床が深掘れしたもの。
O型	旧澗筋の名残や人為的な掘削による本流から入り込んだ深み。

補足追記) M型:Meander 蛇行、R型:Rock 岩、S型:Substrate 河床材料、D型:Dam ダム、O型:Ox-bow 三日月

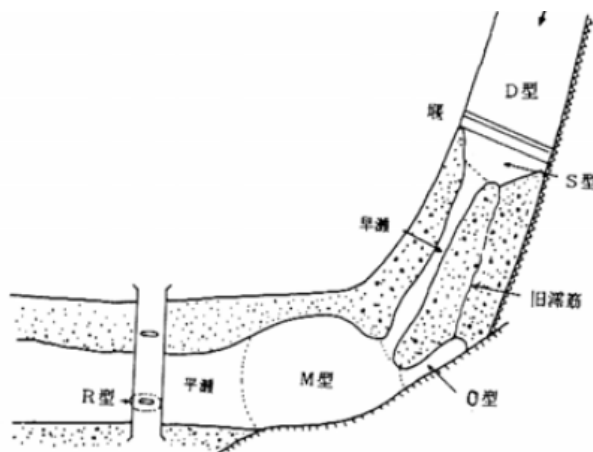


図 2-5 成因からみた淵の基本形



### 3.2.2. 倒流木調査

2013（平成25）年度業務成果として作成された茂倉沢調査マニュアル案における倒流木調査の方法は、次ページの囲み（平成25年度業務成果「茂倉沢調査マニュアル（案）」に記載された倒流木調査の方法）のとおりである。

また、平面図中の倒流木のナンバリングについては、瀬淵と同様に、これまでに実施した調査成果とあわせて、Woodの「W」を頭文字として、調査年度を示す番号と当該年度の通し番号をハイフンでつなぐ表示（黄色）とした。

- 例) **W1-7** ……1回目調査（2011（平成23）年調査）の7番目の倒流木  
**W2-2** ……2回目調査（2018（平成30）年調査）の2番目の倒流木  
**W3-20** ……3回目調査（2020（令和02）年調査）の20番目の倒流木

※ 3回目調査で未確認の過年度調査の倒流木は、グレー表示とした。 例：W1-4、W1-15 など

### 3.2.3. データの集計単位

調査データを集計整理するにあたり、茂倉沢の調査対象区間（約3.5km）を区分した（表3.3-1）。

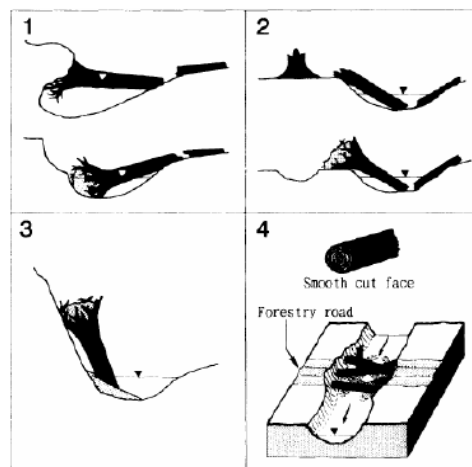
表3.3-1 茂倉沢の区間区分

区間名	区間	区間長	◎区間設定理由、・位置づけ等
区間1	赤谷川合流部 ～No.1ダム副堤	約570m	◎上流部とはNo.1ダムで区切られた区間 ・対象地最下流部 ・自然河道に近い状態を残している ・水道施設の横断あり ・赤谷川本川の影響あり ・2012（H24）年度：No.1ダムで工事実施
区間2	No.1ダム副堤 ～保全工	約410m	◎保全工を上流端とし、保全工が生態系や土砂移動等に与える影響を把握 ・No.1ダム堆砂敷 ・時期により部分的に伏流あり ・2009（H21）年度：保全工で工事実施 ・2012（H24）年度：No.1ダムで工事実施
区間3	区間3-1 保全工 ～No.2ダム	約210m	◎区間3はNo.5-1ダムを上流端とし、No.5-1ダムが生態系や土砂移動等に与える影響を把握 ◎区間3-1と区間3-2はNo.1ダム堆砂の影響を把握する目的で堆砂敷末端としてNo.2ダムで区分 《区間3-1》 ・No.1ダム堆砂敷。ただし上流のNo.2ダムは2001（H13）年以降に底抜け ・時期により部分的に伏流あり ・保全工の前後は落差なし ・2009（H21）年度：No.2ダム、保全工で工事実施 《区間3-2》 ・No.2ダム旧堆砂敷。ただしNo.2ダムは2001（H13）年以降に底抜け ・時期により部分的に伏流あり ・2009（H21）年度：No.2ダム、No.5-1ダムで工事実施 ・2010（H22）年度：No.5-2ダムで工事実施 ・2012（H24）年度：No.3ダムで工事実施
	区間3-2 No.2ダム ～No.5-1ダム	約560m	
区間4	No.5-1ダム ～No.6ダム副堤	約320m	◎上流部とはNo.6ダムで区切られた区間 ・No.5-1、5-2ダム設置区間 ・No.5ダム旧堆砂敷。ただしNo.5ダムはH20年8月に底抜け ・No.5ダム下流は時期により部分的に伏流あり ・2009（H21）年度：No.5-1ダムで工事実施 ・2010（H22）年度：No.5-2ダム、No.6ダムで工事実施 ・2012（H24）年度：No.3ダムで工事実施
区間5	No.6ダム副堤 ～No.8ダム	約330m	◎既設堰堤の設置区間 ・No.6、7、8ダム連続区間 ・伏流区間多い ・各ダムの直下には大きな淵が形成 ・近年は工事実施なし
区間6	区間6-1 No.8ダム ～堆砂域末端	約170m	◎区間6は最上流端（大滝）までの区間 ◎区間6-1と区間6-2はNo.8ダム堆砂の影響を把握する目的で堆砂敷末端で区分 《区間6-1》 ・No.8ダム堆砂敷 ・伏流区間多い 《区間6-2》 ・対象地最上流部 ・自然河道が残されており、ステップアンドプール状、天然の滝等存在 ・治山事業の影響なし
	区間6-2 ダム堆砂域末端 ～大滝	約910m	
全体		約3,480m	

流路内に分布しており、かつ常に流水に接していて流水に何らかの影響を与えているものを対象とする。調査対象とする倒流木のサイズは、直径 10cm 以上かつ長さが 1m 以上のものとする。現況の流路状況を元に、流路内に分布している倒流木の種類および規模、倒流木によって淵が形成されている場合はその構造を把握する。倒流木の供給形態および淵の形成タイプについては阿部ら（1996）による方法により分類を行う（図 2-6、図 2-7）。

**【留意点】**

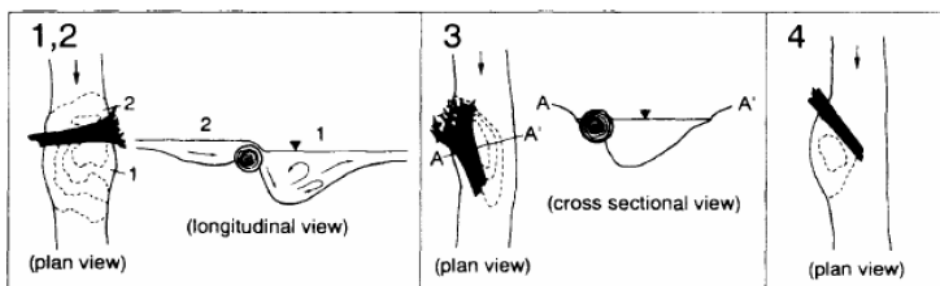
- ・ 10 年確率以上の日雨量が確認された際に調査を実施する。
- ・ 流況によって調査結果は左右されるため、瀬淵分布調査と同時期に調査を実施する。



番号	タイプ	説明
1	河岸洗堀	根が河岸に張っており根元地盤に洗堀痕跡があるか、河岸に根返り跡がある。
2	枯損・風倒	根株は付いていないが側方の河岸や段丘上に折損部の直径と樹種の等しい根株が残っている、または根株が付いていて側方の河岸、段丘上の根株の大きさと同等の根返り跡がみられる、さらに、折損部の直径と樹種が等しく、これらから折れて分離したと考えられる場合。
3	斜面崩壊	崩壊斜面の脚部にあり崩壊にもなって倒れたと考えられる場合。
4	伐採・橋崩壊	断面が平滑で人為的に切断されたことが分かる、もしくは橋に使われていた丸太が崩れたと考えられる場合。
5	植生由来の滞留物等	直径10cm未満の倒流木および枯れたササ、落葉などの植生由来の滞留物。

※「北海道北部の緩勾配小河川における倒流木による淵およびカバーの形成」、阿部 俊夫・中村 太士、日本林學會誌, Vol. 78, No. 1(19960216) pp. 36-42

図 2-6 倒流木の供給タイプ分類（阿部ら（1996）※）



番号	タイプ	説明
1	落込型	ほぼ完全に流路を横断する障害物によりその下流側に垂直的に落ち込んだ水流が河床を洗堀してできる。
2	ダム型	ほぼ完全に流路を横断する障害物によりその上流側に堰上げされてできる。
3	障害物による側方洗掘型	水流が障害物によって曲げられる際に河床を洗堀してできる。
4	背水型	障害物の陰の渦流によって流路の縁に形成される。

※「北海道北部の緩勾配小河川における倒流木による淵およびカバーの形成」、阿部 俊夫・中村 太士、日本林學會誌, Vol. 78, No. 1(19960216) pp. 36-42

図 2-7 倒流木による淵の形成タイプ分類（阿部ら（1996）※）

### 3.3. 調査結果

瀬淵調査、倒流木調査は、2011（平成 23）年度と 2018（平成 30）年度、および 2020（令和 02）年度に実施されている。ここでは、過去 3 回の瀬淵・倒流木調査の調査結果を対比させる形で示す。調査年月日は以下のとおりである。

表 3. 3-2 瀬淵・倒流木調査 調査実施年月日

No.	調査年月日	備考
1.	2011（H23）年 11 月 14～16 日	
2.	2018（H30）年 11 月 09、20 日	
3.	2020（R02）年 09 月 15～16 日（補足 11 月 17 日）	

なお、2020（令和 02）年と 2018（平成 30）年の調査の間には、2 度の大雨（2019 年 10 月 12 日 198mm/day、2020 年 9 月 9 日 182mm/day）が発生していることを考慮する必要がある。

#### 3.3.1. 瀬淵調査

##### 3.3.1.1. 区間別流路区分

瀬淵調査時には、淵の計測・記録とともに、流路の状況を平瀬、早瀬、ステップアンドプール、伏流の 4 つに区分して記録している。過去 3 回の調査の結果は表 3. 3-3 のとおりであり、グラフにしたものを図 3. 3-1 に示す。なお 2020（令和 02）年調査は、瀬淵調査を 9 月に実施したため水量が多く伏流区間が確認できなかったため、11 月に補足調査を実施し伏流区間を把握した。その結果をオレンジ色の枠で表示している。

調査結果からは以下のことがいえる。

- ・ 3 回の調査を通じて、区間 2（No. 1 ダム堆砂敷）と区間 5（治山ダム連続区間）および区間 6-1（No. 8 ダム堆砂敷）は平瀬もしくは伏流のみであり、単調な河道となっている。
- ・ ステップアンドプールが多いのは、最上流の区間 6-2 である。この区間は勾配が急であるためステップアンドプールとなり平瀬ができにくい。
- ・ 区間 6-2 に比べて勾配が緩く、自然溪流に近い区間 1 にもステップアンドプールが確認されている。
- ・ 自然溪流に近い区間 1 および No. 5-1 ダム等連続性の回復を考慮した施設整備が行われている区間 4 では、常に平瀬・早瀬・ステップアンドプールのすべての流路区分が確認されている。

##### 3.3.1.2. 区間別平瀬率

また前表を基に、一般に「単調な流路形態」と言われる「平瀬」（伏流区間を含む）に着目し、区間ごとに平瀬率〔（平瀬長＋伏流長）／区間長〕を算出した結果を図 3. 3-2 のようになる。

調査結果からは以下のことがいえる。

- ・ 平瀬（伏流区間を含む）が多いのは、前述のとおり区間 2（No. 1 ダム堆砂敷）と区間 5（治山ダム連続区間）および区間 6-1（No. 8 ダム堆砂敷）であり、少ないのは区間 6-2（最上流部自然溪流）、区間 3-2（No. 2 ダム旧堆砂敷）および区間 3-1（保全工上流域）である。

##### 3.3.1.3. 区間別淵調査結果

過去 3 回の調査結果を一覧にして表 3. 3-4 に示す。

表中、赤枠で囲んだ部分は淵の消失が連続している区間であり、青枠で囲んだ部分は淵の新規形成が連続している区間である。

調査結果からは以下のことがいえる。

- ・自然溪流に近いと考えられる区間 1、および最上流部自然溪流である区間 6-2 では、淵が入れ替わり、消滅したり形成されたりを繰り返している状況にあることが読み取れる。
- ・いずれもダム堆砂敷である区間 2 と区間 6-1 では、淵の消失はあるが新たな淵の形成は見られない。
- ・区間 3-1 では全調査期間を通じて淵は確認できていない。

#### 3.3.1.4. 期間別新規淵形成数

表 3. 3-4 より、区間別期間別に新規に形成された淵を集計し表 3. 3-5 に示す。このうち 100m 当たり確認数を図化したものが図 3. 3-3 である。調査は 3 回実施しているが、その差となるため結果は 2 回分になる。

調査結果からは以下のことがいえる。

- ・新しく淵ができるということは洗掘されているということだが、自然溪流に近い区間 1（表中青実線枠）と区間 6-2（同前）は安定的に新しい淵が形成されている。区間 3-2（表中緑実線枠）も同様であるが、その他の区間は異なっている。
- ・区間 4 は 2018（平成 30）年に新規の淵が確認されたが、2020（令和 02）年には確認されなかった。

#### 3.3.1.5. 区間別淵の諸元

3 回の調査で確認された淵の個数と形状を区間ごとに集計して表 3. 3-6 に示す。

調査結果からは以下のことがいえる。

- ・区間 1（表中青実線枠）と区間 6-2（同前）では 100m 当たり淵の確認数が、0.5～2.6 個/100m となっている。これが茂倉沢の自然状態での淵密度であると推測される。
- ・それに対して、区間 2（表中赤実線枠）と区間 6-1（同前）では低密度になっている。
- ・区間 3-1（表中赤破線枠）は、土砂の堆積が進行していて淵が形成されにくくなっていると考えられる。
- ・区間 3-2（表中緑実線枠）は No. 2 ダム中央部撤去の上流であり堆砂敷が侵食されている区間であるが、0.7～1.6 個/100m となっている。これはダム堆砂域の区間 2 や区間 6-1 よりも多いが、自然溪流に近い区間 1 や区間 6-2 より少ない密度となっている。
- ・区間 4（表中緑破線枠）は、No. 5-1 ダム等連続性の回復を考慮した施設整備が行われている区間であるが、1.3～1.9 個/100m と平均的～比較的高い密度になっているが、調査年（調査回）毎のバラツキは少ない結果となっている。