

# 令和元年度に発生した土石流に対する施設効果 について

四十谷 朋子・岡田 武<sup>1</sup>

<sup>1</sup>神通川水系砂防事務所 調査課 (〒506-1121 岐阜県飛騨市神岡町殿1020-4)

2019年8月29日の大雨の際に高原川右支蒲田川左支川足洗谷で発生した土石流に対する、砂防施設の効果量の検証結果について報告する。

キーワード 土石流, 施設効果量, 火山砂防, 鋼製砂防堰堤, 管理

## 1. 足洗谷流域の概要

足洗谷は北アルプスの活火山焼岳を源頭部に有し、神通川右支蒲田川に注ぐ流域で、上流域では白水谷・黒谷・割谷などに分岐する平均河床勾配1/3.2、流域面積2.1km<sup>2</sup>の溪流である。(図1)地質は火山性堆積物、古生層、花崗斑岩、溶岩等多様な分布で、古生層と花崗斑岩との境界部では陥入による破碎、温泉水による風化が激しく脆弱な地質を有する。これらの地質の脆弱性を起因とした土砂生産活動が活発なため、足洗谷においては昭和7年から砂防事業が進められており、これまでに流域内に24基の砂防堰堤が整備されている。2019年8月29日の出水時以外にも1970年頃には年2-3回程度の土石流が発生していたことが記録されているが、その後1988年以降は土石流が発生していないことが確認されている。<sup>1)</sup>



図1 足洗谷流域位置図・全景

## 2. 白水谷第2号砂防堰堤及び黒谷第2号砂防堰堤の

### 概要

今回土石流を補足した砂防堰堤は、白水谷第2号砂防堰堤(昭和58年完成)及び黒谷第2号砂防堰堤(昭和63年完成)である。白水谷第2号砂防堰堤は足洗谷流域の上流の白水谷の最上流部に位置し、鋼製立体格子型としては最初期に整備された砂防堰堤であり、中小出水の際は土砂は通過させ、土石流発生時には巨礫を補足させる機能を有する。当砂防堰堤は鋼製立体格子型堰堤としては日本で2番目に古く、現行の基準・指針(鋼製砂防構造物設計便覧, 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編))に基づく設計とは多少異なり、例えば現在の鋼製砂防構造物設計便覧(平成21年9月, 初版昭和60年10月)では最大礫径の1倍程度とされている鋼製部材の間隔は本堰堤では水通し部で2倍に設定されている。黒谷第2号砂防堰堤は白水谷と同じく足洗谷の上流に位置する黒谷に位置し、最上流から数えて2番目に位置する不透過型砂防堰堤である。

## 3. 2019年8月29日の出水概要

2019年8月29日の出水時には足洗谷上流域で土石流が発生したが、足洗谷上流域(白水谷・黒谷)に位置する砂防堰堤が出水時に土石流を捕捉し、下流の人家等への被害は発生しなかった。なお当該流域にはCCIVが設置されていたが、発生想定時刻が夜間のため土石流発生の瞬間の様子は不明である。

足洗谷流域には焼岳(神通川)雨量観測所が設置されている。降雨は2019年8月27日の深夜から始まり、総降雨量は145mm(2019/8/27-8/29)で、最大1時間降雨量は

25mm(8/29 4:00)であった。この雨量は過去観測値と比較すると総降雨量・時間雨量ともに2~3年に1回程度の規模であり、流域においては特別規模の大きなものではなかった。一方隣接する長野県側に設置されている焼岳雨量観測所(松本砂防事務所所管)では35mm(8/29 5:00)を観測しており、レーダ雨量計(図2)においても強い雨域が確認されている<sup>1)</sup>ことから、雨量計ではとらえられていないが、流域内で瞬間的に30~50mm/h程度の降雨が発生していたと推測される。

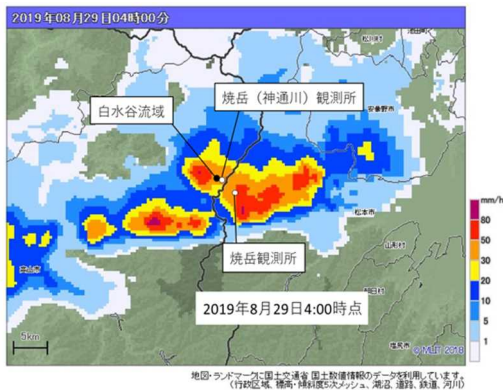


図2 2019年8月29日4:00のレーダ雨量

#### 4. 土石流の補足状況及び発生要因

白水谷第2号砂防堰堤は出水前には土石流を補足しておらず、貯砂容量が確保されていた。流域全体での土砂移動現象を把握し、土石流発生前と後の比較を行うため、足洗谷流域内の航空レーザ測量を実施し、土砂の発生量・補足量を算出した。足洗谷流域の地形データは航空レーザ計測により、平成21年、平成30年、令和元年(土石流発生後)に取得されている。ただし平成30年には河道部のみ(グリーンレーザによる河床変動測量)である。詳細は表1の通りである。

表1 差分解析に用いたLPデータの詳細

データ名称	H21LPデータ	H30ALBデータ	R1LPデータ
業務名	蒲田川平湯川流域 航空レーザ計測業務	平成30年度高原川流域 河床変動計測及び検討業務	令和元年度蒲田川流域 河床変動量測量業務
計測方法	固定翼	回転翼 (航空レーザ測深機搭載)	回転翼
計測日	平成21年10月12日 ~10月28日	平成30年11月27日	令和元年11月15日
計測密度 (点/m <sup>2</sup> )	1点/m <sup>2</sup>	水域: 1点/m <sup>2</sup> 以上 陸域: 4点/m <sup>2</sup> 以上	4点/m <sup>2</sup>
データ状況	1mDEM	0.5DEM, 1mDEM	0.5mDEM, 1mDEM
計測範囲	足洗谷流域全体	河道部のみ	足洗谷流域全体

##### (1) 航空レーザ測量(平成21年と平成30年の比較)

平成21年と平成30年の差分解析の結果は図3の通りである。<sup>2)</sup>上流(白水谷の崩壊地)以外の大きな土砂移動現象は記録されておらず、河道内の解析のみではあるが全体的に-1.0m程度の低下の傾向が見られる。

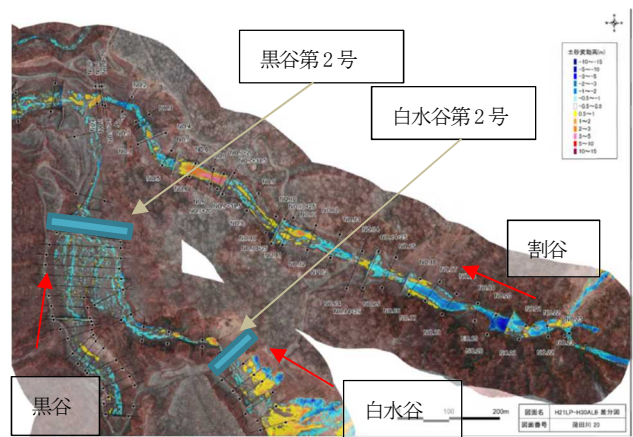


図3 差分解析結果(平成21年-平成30年)

##### (2) 航空レーザ測量(平成21年と令和元年の比較)

平成21年と令和元年の差分解析の結果は図4の通りである。白水谷第2号砂防堰堤上流域は、全体的に浸食傾向にあり浸食された土砂が一部河道に堆積しているもの目立った新規崩壊は確認されない。白水谷第2号砂防堰堤のすぐ上流域は堆積傾向である。右岸側の斜面が変動している状況から、令和元年土石流との関連性は判断できないが平成21年以降継続的に土砂供給されている可能性が高いと考えられる。また、黒谷や割谷流域も白水谷と同様の土砂移動傾向であり、足洗谷下流域は全体的に堆積傾向を示している。

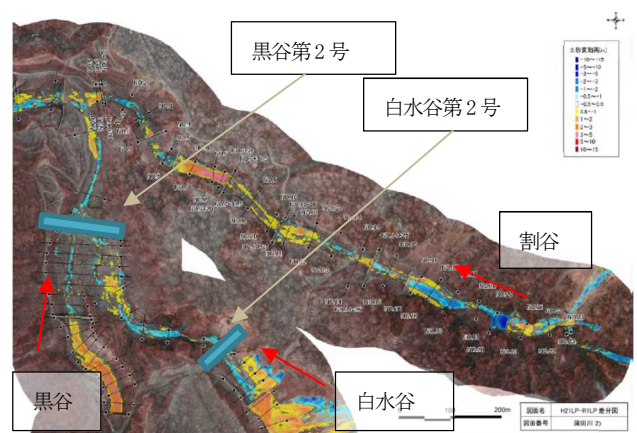


図4 差分解析結果(平成21年-令和元年)

##### (3) 平成30年と令和元年度の比較

平成30年と令和元年の差分解析の結果は図5の通りである。ただし平成30年については河床付近のデータのみの取得状況であるため、流域全体としての評価は困難である。

足洗谷下流域の堆積傾向については、「平成21年-令和元年の差分解析」の結果と共通している。白水谷の土砂生産源に着目すると、確認されていた白水谷第2号砂防堰堤上流の右岸側の崩壊は平成31年から令和元年の間に発生したものではないと思われる。一方で、滝直下と滝より上流部の河道は浸食傾向にある。堰堤より上流域か

ら生産された土砂は白水谷第2号堰堤で捕捉され堆積傾向を示し、さらに通過した土砂については黒谷第3号砂防堰堤までの区間で捕捉されているものと推測される。

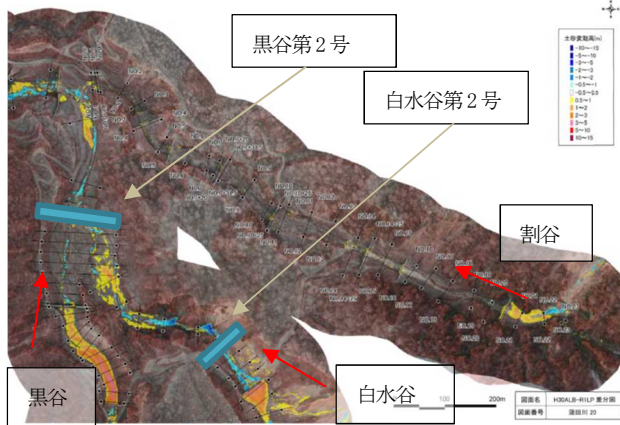


図5 差分解析結果(平成30年-令和元年)

#### (4)土石流の発生要因について

一般的な土石流が発生する条件は、

- ① 溪岸などにおいて生産された土砂が溪床に堆積(移動可能土砂の増加)もしくは新規崩壊による土砂の供給
- ② 降雨の浸透による静的な構造の破壊を生じて、それに引き続いて発生する多量の表流水によって流動化すること

とされ、昭和58年から60年度に実施された土石流調査による検討<sup>1)</sup>では②の条件を満たす降雨について、連続雨量については明確な閾値を決定できなかったが、時間雨量に関しては30mm程度とされている。令和元年度に発生した土石流に関しても、②の条件を満たす集中豪雨が土石流の発生要因として考えられる。しかしながら足洗谷では前述のとおり1988年以降土石流は発生していないが、その間30mm/h程度の降雨は何度も記録されている(例えば平成30年には43mm/hを記録している)。

①の条件に関しては平成21年と平成30年の差分解析からは、足洗谷の上流部はどちらかという侵食傾向にあり土砂が令和元年度に土石流が発生するまでに堆積したとは考えづらいこと、平成30年と令和元年度の差分解析範囲内での新規崩壊箇所がないことから、さらに上流に存在した不安定土砂が生産源となっていると思われる。

### 5.砂防施設の効果について

足洗谷に設置されている砂防堰堤は全24基である。これらは昭和7年から整備され、一番新しいものは平成4年に完成した割谷第6号砂防堰堤である。白水谷第2号砂防堰堤を除き堰堤形式は不透過型重力式砂防堰堤である。

#### (1)令和元年度における土砂収支

平成30年と令和元年差分解析から土砂収支を図6に示す。土砂移動が顕著に見られる白水谷では、白水谷第2号砂

防堰堤上流側で約12,000m<sup>3</sup>の堆積,3,000m<sup>3</sup>の侵食が確認されており、その堆積は堰堤上流周辺に集中している。堰堤下流側では、黒谷第3号砂防堰堤までに、約2,800m<sup>3</sup>の移動土砂が堆積し、白水谷流域の大規模な土砂移動現象はほぼ収束していると推測される。今後は、これらの不安定土砂が平時の出水で少しずつ流出するものと考えられる。一方黒谷については、黒谷第1号砂防堰堤で約4,000m<sup>3</sup>の堆積に対し約10,000m<sup>3</sup>の侵食、黒谷2号砂防堰堤に約14,000m<sup>3</sup>の堆積,600m<sup>3</sup>の侵食となっていることから、黒谷上流部で発生した不安定土砂は黒谷第1号砂防堰堤で一部堆積、下流の黒谷第2号砂防堰堤で堆積し土砂移動現象が収束したと推測される。なお黒谷2号砂防堰堤では計画堆砂勾配より急勾配で堆砂していた。

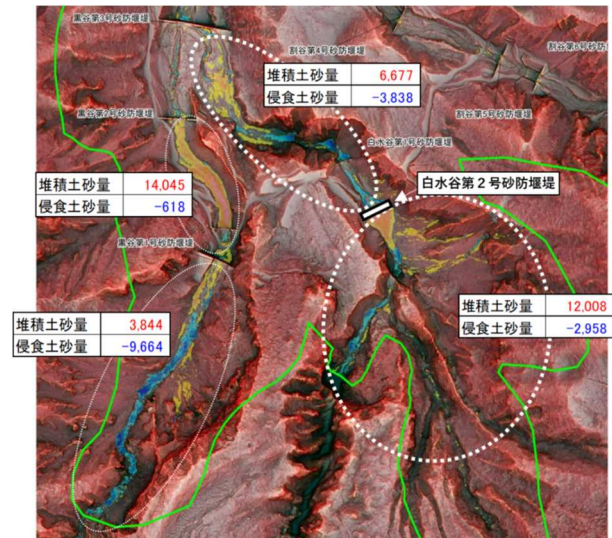


図6 土砂収支計算結果(平成30年-令和元年)

#### (2)砂防施設の効果

砂防施設の主な効果としては、下記の通りである。

- ①土石流捕捉効果
- ②土砂調節効果
- ③山脚固定効果

1988年以降令和元年度までに大きな降雨を経験しながら目立った土砂移動現象は確認されていなかったことから、砂防施設の整備が進んだことで河床内に堆積している土砂の激しい移動が抑えられ、溪岸侵食の抑制(山脚固定効果)により、河床内の草本類や樹木が定着し、地表の侵食及び地表流の発生を抑えることで土石流発生を抑止、もしくは発生したとしてもごく小規模なものにしたと推察される。

白水谷第2号砂防堰堤については土石流捕捉効果(想定貯砂量+調整量=23,100m<sup>3</sup>)に対しを發揮している一方で黒谷第1号砂防堰堤については調整量8,000m<sup>3</sup>のところ堆積した土砂量は約4,000m<sup>3</sup>で想定よりも少ない調整量となっているが、これは黒谷第1号砂防堰堤にすでに満砂状態でありかつ上流域で大規模の崩壊地が存在することから、常に調節効果分の土砂が堆積していた可能性が唆

される。

## 6 まとめ

航空レーザ測量の差分解析を用いて流域内の砂防堰堤の効果についての検討を行った結果、白水谷第2号砂防堰堤については想定していた効果を発揮していたことが確認された。また管理型でない不透過型砂防堰堤についても土石流に対し一定の効果があることが確認された。今後はこれらの知見を生かした効果的な施設配置や山脚

固定効果による土砂流出防止効果の検証を行い水系砂防としての土砂流出現象の緩和、土石流発生時や焼岳噴火時の緊急対策時等に効果的な除石箇所を選定等に生かすため継続調査をおこなって行きたい。

## 参考文献

- 1)神通川水系足洗谷流域土石流調査報告書
- 2)国土交通省リアルタイムレーダー
- 3)平成30年度高原川流域河床変動測量業務報告書