

足洗谷流域における出水時の土砂移動実態—2019年8月29日出水を対象として—

北陸地方整備局 神通川水系砂防事務所 浅井 誠二, 渡邊 剛*, 岡田 武, 中川 雅允**
 日本工営(株) ○長山 孝彦, 中西 隆之介
 京都大学防災研究所 藤田 正治, 宮田 秀介
 (*現 松本砂防事務所, **現 立山砂防事務所)

1. はじめに: 足洗谷流域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ある(図-1)。当流域では土砂生産が活発であり, 2019年8月29日の出水時にその上流域で土石流が発生した。流域には複数の砂防施設が整備されており, 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たことが確認されている¹⁾。

本要旨では, 土石流を捕捉した白水谷の砂防堰堤に着目し, 堰堤構造, 降雨状況, 捕捉土砂の調査結果を整理し, 2019年8月29日の出水を対象に土砂移動実態についてとりまとめる。

2. 足洗谷流域の特徴: 足洗谷上流域は白水谷第2号砂防堰堤が位置する白水谷を含む5つの谷に分岐している。天正13年(1585年)の大噴火以来, 荒廃が著しく進んでおり, 火山噴出物の堆積層が広く分布している。神通川水系砂防事務所の観測資料²⁾には, 1970年頃には年間少なくとも2~3回の土石流が発生していたと記されている。また, 当流域では1988年以降, 約30年間土石流が発生していないことも確認されている。

3. 白水谷第2号砂防堰堤の概要: 白水谷第2号砂防堰堤(完成:昭和57年)は比較的大規模な土石流を対象とし, かつ足洗谷への流出を調節, 河床安定を図ることを目的として整備された堰堤である(図-2)。構造は鋼製立体格子型であり, 平常時の出水による土砂は通過させ, 常に貯砂容量を確保し, 土石流発生時は巨礫を捕捉する土砂調節機能を有する。透過型堰堤の実験結果(例:上原³⁾, 池谷⁴⁾等)に基づき, 設計時の現地調査結果である最大礫径凡そ2.0mに対して, 土砂調節機能が最も効果的に発揮される条件としてスリット幅/最大礫径 ≈ 2 を採用, 水通し部スリット幅は4.0mで設計されていた。また袖部については, 平均粒径の最大値凡そ1.5mを「阻止」するものとして幅3.0mで設計されている。「出水時には土砂を捕捉し, 後続流で徐々に堆積土砂を下流に供給しようとする」土砂コントロール効果を想定していた。

4. 足洗谷流域の土砂移動実態

4.1 2019年8月29日の降雨状況: 図-3に焼岳(神通川)雨量観測所で観測された降雨状況を示す。土石流は午前3時~4時に発生したと推測される。最大時間雨量は午前4時時点で25mmであり, 連続雨量(6時間無降雨状態)は凡そ145mmである。過去の降雨観測値と比較すると, 対象期間の降雨状況は2~3年に一度発生する程度の規模の降雨である。一方で, 焼岳雨量観測所(図-4)及びレーダー雨量(図-5)の観測状況を参照すると, 降雨強度として30mm/h以上の数値が対象流域周辺で確認される。過去の観測資料²⁾では, 当時の見解として土石流履歴から降雨強度30mm/hを超えた場合に土石流が発生することを述べている。近年の降雨強度は当時と異なるが, 今回の土石流発生も同じ傾向にあると考えれば, ごく短時間での集中的な豪雨が土石流発生の誘因として考えられる。

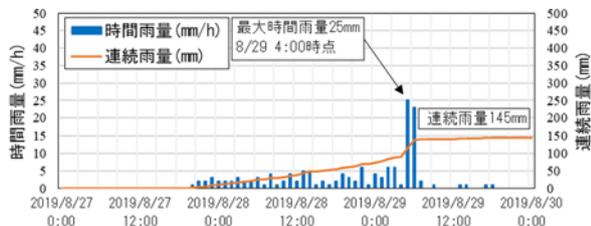


図-3 降雨状況 (焼岳(神通川)観測所)

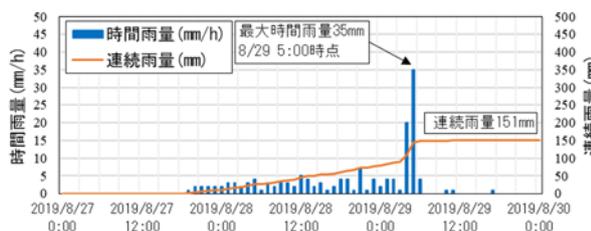


図-4 降雨状況 (焼岳観測所)



図-1 流域図 (地理院タイルに加筆)



図-2 白水谷第2号砂防堰堤 (2012年7月撮影)

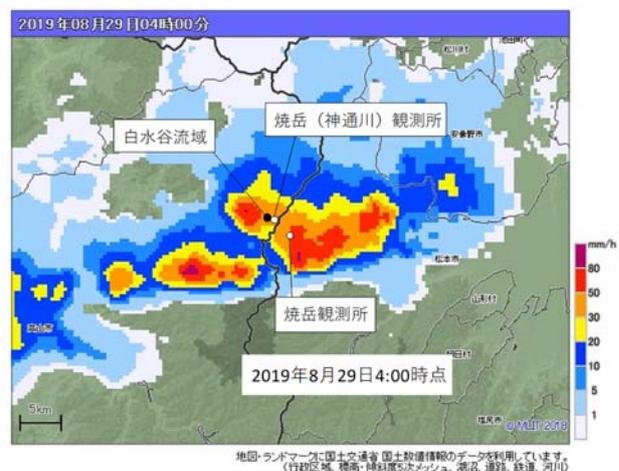


図-5 土石流発生時のレーダー雨量 (国土交通省リアルタイムレーダー)

4.2 白水谷第2号砂防堰堤の土砂捕捉状況:土石流発生前後の土砂捕捉状況を図-6、図-7 に示す。土石流発生前は堰堤水通し上部から2段目まで土砂が堆積していたが、土石流発生後は水通しの内部まで土砂が詰まった状態であり、満砂状態になったことを確認した。白水谷第2号砂防堰堤が出水時に捕捉した土砂量はLP 差分解析より凡そ 4,800m³であった。また、図-8 に示すような1m~2m 級の巨礫が堰堤上流部及び格子内部に複数捕捉されたことを確認した。堰堤格子内部を対象に実施した礫径調査では、捕捉礫径は最大 2.3m 程度であり、D95 相当の礫径は 1.3m であった。

4.3 土砂移動実態:土石流が発生した白水谷及び黒谷に着目し、LP データの差分により土砂移動状況を解析した。用いたデータは、平成 30 年 11 月及び令和元年 11 月に計測されたものである。図-9 に LP 差分解析結果を示す。顕著な崩壊や流木は確認されず、上流域の河道が浸食傾向にあることから、本土石流の生産源は、河道の不安定土砂の再移動であることが推測された。また白水谷、黒谷上流域から流出した土砂のほとんどが、白水谷と黒谷の合流部に位置する黒谷第3号砂防堰堤より上流域で堆積していることが推察された。

そこで白水谷・黒谷流域にて、土砂収支の確認を行った(図-10)。解析対象期間の土砂収支状況では、移動土砂を不安定土砂と仮定した場合、少なくとも約 37,000m³ の不安定土砂が上流域に残存していると考えられる。これらの不安定土砂は今後平常時の出水でも移動し、下流域へ流出すると想定される。

5. 今後の方針:2019 年 8 月 29 日の出水による足洗谷流域の土砂移動は、上流域の不安定土砂の再移動が土石流の土砂供給源であることが推測された。その土石流のほとんどが白水谷及び黒谷に位置する堰堤で捕捉されており、白水谷第2号砂防堰堤では設計時に想定していた礫径 2m 程度の巨礫を捕捉していた。以上より、堰堤は土石流対策としての機能を果たしていたと言える。

一方でこの出水では、下流側の足洗谷に位置する京都大学穂高観測所の流砂観測水路(本堰堤より 2km 下流)でも、河道の首振りにより、水路構造物ならびに観測機器が大きく破損した。同区間も上流域と同様、斜面からの一次的な土砂生産に起因する土砂移動では無く、多くは出水とそれに伴う河床の再移動によるものであることが想定された。今後は、それら河道内不安定土砂の流出による下流域へ影響を把握し、流域を通した土砂移動現象を明らかにするために、発生源より縦断的かつ連続的な流砂水文観測や河床材料調査を実施していく必要があると考える。また今回の土砂移動は、ごく短期間に発生した出水の影響を大きく受けていた。このような山地における短期間降雨に対する出水の応答並びにその検知に備えるため、流域を通して流域監視の体制を整え、且つ土石流実態を把握するための調査、解析も実施したいと考える。

また、白水谷第2号砂防堰堤は現行基準と異なる構造(格子間隔)を有しているため、捕捉土砂のトレンチ調査や除石時の応力解放による変形の解析などの多角的な手法を検討し、土石流の捕捉実態把握に努めるとともに堰堤効果の検証も合わせて実施するのが望ましい。現状、満砂状態である堰堤については、前述した調査、解析などを検討しながら管理する方針である。

参考文献:

- 1) 神通川水系砂防事務所: <http://www.hrr.mlit.go.jp/jintsu/outline/gaiyou/sisetu.html> (アクセス日: 2020 年 5 月 14 日),
- 2) 神通川水系砂防事務所: 神通川水系足洗谷流域土石流調査報告書, 昭和 58~60 年度,
- 3) 上原信司ら: 第 27 回昭和 53 年度砂防学会研究発表会概要集, 1978,
- 4) 池谷浩ら: 新砂防 114, 37-44, 1980.



図-6 土石流発生前の堆砂域状況 (2018 年 6 月 7 日撮影・堆砂域)



図-7 土石流発生後の土砂捕捉状況 (2019 年 9 月 3 日撮影・下流より)



図-8 堆砂域内の捕捉礫径

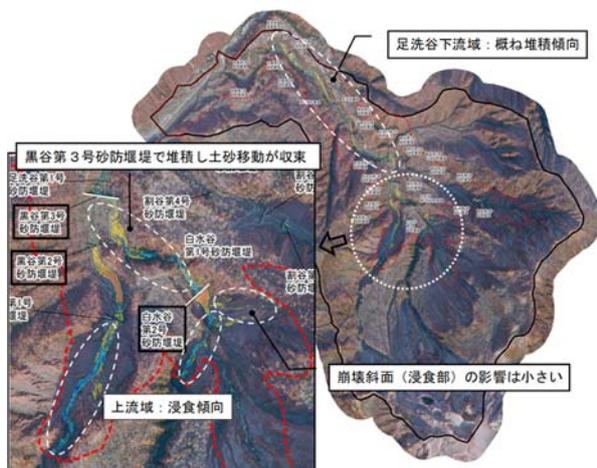


図-9 LP 差分解析結果 (H30-R1)

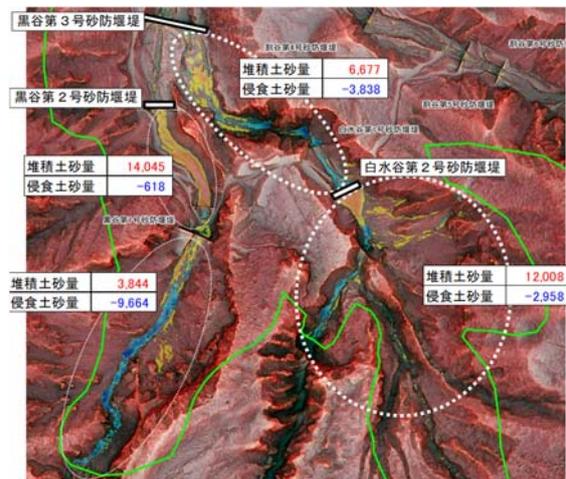


図-10 土砂収支状況 (H30-R1)