

平成28年8月豪雨における石狩川上流部の砂防施設の減災効果について

STORM INDUCED DEBRIS HAZARD MITIGATION BY SABO WORKS AT UPPER REGION OF ISHIKARI RIVER, HOKKAIDO, AUG. 2016.

村上 泰啓¹, 吉川 契太郎², 北清 竜也², 早川 智也³,

Yasuhiro MURAKAMI, Keitaro YOSHIKAWA, Tatsuya KITASE, Tomoya HAYAKAWA

¹ (国研) 土木研究所寒地土木研究所水環境保全チーム (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)

E-mail: murakami-y22ah@ceri.go.jp

² 旭川開発建設部治水課 (〒079-8411 旭川市永山1条21丁目3-21)

E-mail: yoshikawa-k22ac@mlit.go.jp, kitase-t22aa@mlit.go.jp

³ 日本工営株式会社 (〒060-0005 札幌市中央区北5条西6丁目2)

E-mail:a5514@n-koei.co.jp

Key Words: Woody Debris, Debris flow; Storm disaster; Sabo works.

1. 背景

平成28年8月中旬以降、北海道内は台風、前線の影響で例年に比べ極めて多い降雨量を観測した。その中でも石狩川上流で土砂流出が多く発生した8月23日の雨量分布を図-1に示す。図-1はアメダス、河川系、道路系の雨量データを用い、GMT(Generic Mapping Tool)^①により作成した雨量分布図である。

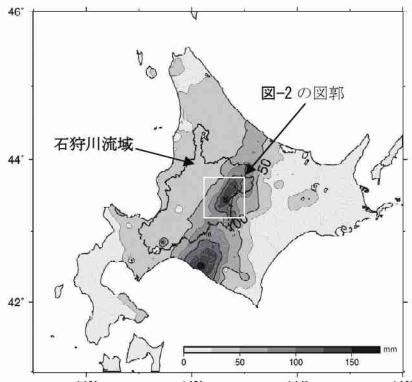


図-1 8月23日の日雨量分布(北海道全域)

旭川河川事務所が管轄する石狩川上流では、日雨量160mmを超える豪雨(図-2)がもたらされた結果、幹線国道の被災、堤防破堤による河川氾濫、土石流、農地への河川氾濫、床上浸水、橋梁被害、大量の流木流下などが発生^②した。一方でこれまで整備してきた砂防施設により土石流や流木の流下を阻止したほか、河道の安定に寄与した結果、橋梁への被災を抑制

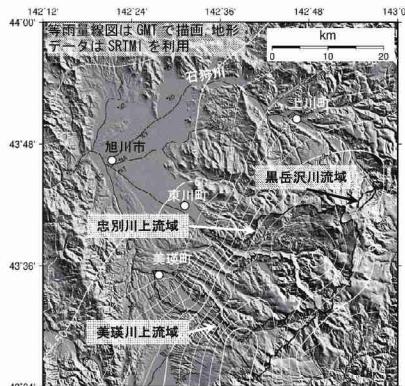


図-2 石狩川上流域の日雨量分布(8/23)

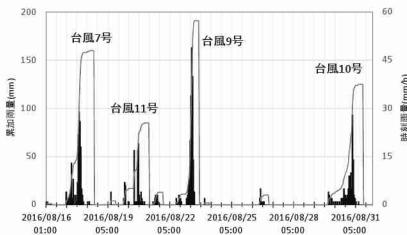


図-3 黒岳雨量観測所における8月16日～31日までの時間降雨の時系列変遷

したとみられるケースも観察³⁾された。ここでは、平成28年8月に発生した洪水概要と、砂防施設の減災効果について報告する。

2. 気象及び被害の概況

図-3に黒岳雨量観測所の8月16日～31日までの時刻雨量及び累加雨量の時系列を示す。4つの台風に連動して4つの降雨のピークが見られ、累加雨量80mm超が1回、120mm超が3回と、8月16日から31日までの約半月で累積550mmを越える雨量が観測された。いずれの降雨ケースにおいても、降雨強度が10mm/hを越える豪雨が短時間にもたらされた。

北海道総務部危機対策局⁴⁾の資料によれば、道内では4つの台風に伴う豪雨により、死者3名、行方不明者2名、住宅被害、住民避難、国道、道々、高速道路、鉄道、電気、水道などライフラインの被災のほか、農地被害は12,310haに及んだ。

3. 砂防施設効果

1)石狩川上流（層雲峠黒岳沢川）

8月23日7時直前に黒岳沢川 CCTV2 カメラ（図-4）において土石流が撮影され、土石流流下状況の映像の保存を行うことができた。今回保存できた動画映像の8月23日6時56分15秒以降の動画から静止画時系列を作成し、図-5に示した。映像中に比較対象となる指標が無いため、水深や流速は把握できないが、黒岳沢川で土石流が流下する状況を捉え、動画として保存できたのは初めてのケースとなったと思われる。下流側のCCTV3 カメラでも同様の土石流が撮影されており、2つのカメラ間の距離と、土石流の撮影時刻から、土石流の速度は約27km/hと推定された。CCTVが設置されている区間の河床勾配は、LPで測定された地形からの推定で約1/10であった。黒岳沢川第1号えん堤の出水前後の堆砂状況を図-6に示した。黒岳沢川第1号えん堤では平成25年度に

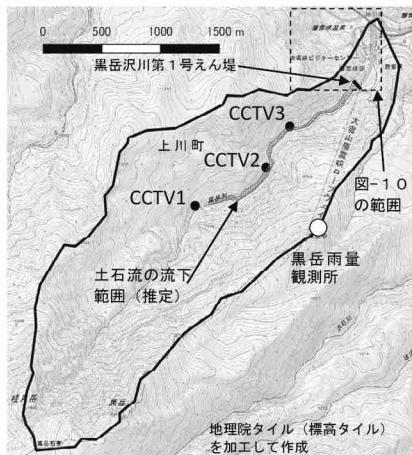


図-4 黒岳沢川流域における砂防施設設置位置



図-5 黒岳沢川 CCTV2 で撮影された土石流

除石工事を実施し、空き容量を確保していたところであったが、8月中旬以降の出水で満砂状態となつた。えん堤に堆積した土砂量は、堆砂直後の8/24にUAVによる空中写真を撮影し、その画像からPHOTOSCANを用いて堆砂面の標高を推定し、出水前の6/24の堆砂敷の標高との比較を行い、堆砂量を推定したところ堆砂量約72,000m³という規模であった。図-6に示したインターバルカメラにより、刻々と堆砂が進行する状況の記録（図-7）を撮影し、堆砂フロント（図-8）の変化からえん堤の堆砂量変化を概略的に算出した（図-9）。それによると3回到来した台風の中でも台風9号の通過に伴う土砂堆積が約9割を占めたと推定された。インターバルカメラを設置することで、出水イベント毎の土砂・流木流出の



2016.6.24(出水前)



2016.8.24(出水後)

図-6 黒岳沢川第1号えん堤の出水前後堆砂状況比較

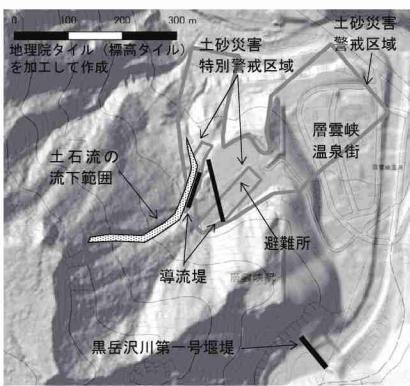


図-10 層雲峠小学校の沢における土石流下範囲

状況を把握できるため、今後も CCTV 画像と併せて渓流の土砂動態の理解に活用していくメリットは大きいと考えられる。

2) 層雲峠小学校の沢

前述の黒岳沢川に近接した層雲峠小学校の沢は土石流危険渓流に位置づけられ、廃校した小学校は層雲峠温泉地区唯一の避難所になっている(図-10)。平成28年8月24日の豪雨で小規模ながら土石流(崩壊土砂量約 2,000m³)が発生したが、平成28年3月に整備を完了した導流堤により、避難所周辺への土石流の直撃は免れた。図-10に小学校の沢における土石流下範囲、図-11に導流堤が土石流から保全対象である避難所(旧小学校)を保全した状況写真



図-7 インターバルカメラによる黒岳沢川第1号えん堤上流方向の映像

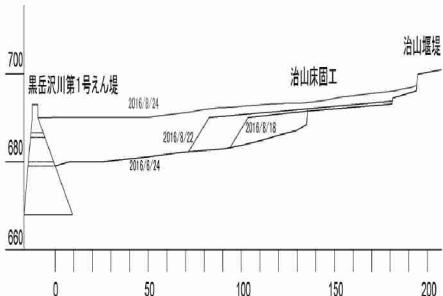


図-8 インターバルカメラから推定した黒岳沢川第1号えん堤の堆砂線時系列



図-9 黒岳沢川第1号えん堤の堆砂量推定(累積)

を示す。

3) 美瑛川上流

美瑛川上流区間は十勝岳の噴火に伴う融雪泥流に対応した火山砂防設備が整備されている(図-12)。図-13に8月23日出水前後の美瑛川第1号えん堤の堆砂敷の状況を示す。出水後、捕捉した流木量は約 10,000m³ と推定された。平成15年8月の沙流川出水美瑛川第1号えん堤の計画流木捕捉量は 5,285m³ であり、計画規模を上回る効果を発揮したといえる。出水当時、筆者らは美瑛川第1号砂防えん堤袖部に設置してある CCTV カメラを鋼製スリット方向に操



図-1-1 層雲峠小学校の沢で整備した導流堤による保全効果



図-1-2 美瑛川上流における砂防設備整備状況
作し、動画を記録した。

美瑛川上流区間は十勝岳の噴火に伴う融雪泥流に 対応した火山砂防設備が整備中である（図-1-2）。図-1-3に8月23日出水前後の美瑛川第1号えん堤の堆砂敷の状況を示す。出水後、捕捉した流木量は空隙込で約10,000m³と推定された。平成15年台風10号北海道豪雨災害調査団報告書⁵⁾によれば、空隙を含んだ流木量の材積率が0.48であったことから、美瑛川第1号えん堤に堆積した流木材積は約4,800m³と換算でき、計画流木捕捉量5,285m³に匹敵する流木量が堆積した可能性がある。図-1-4は美瑛川第1号えん堰左岸袖部に設置したCCTV画像を約10分毎の時系列で示したものである。同図において、8月23日6時41分頃、鋼製スリット上端と、上流側水面は概ね同じ高さにあったが、6時50分には流木堆積面が鋼製スリットよりも高い位置に上昇している状況が読み取れる。これは流木が鋼製スリット上流側で大量



図-1-3 平成28年8月23日出水前後の美瑛川第1号えん堤の流木堆積状況

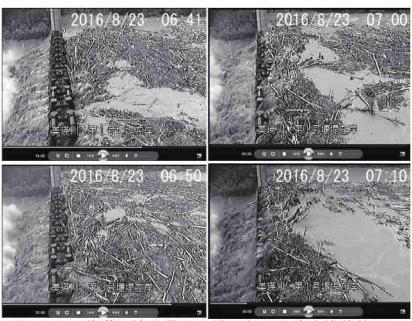


図-1-4 美瑛川第1号えん堤における流木堆積状況

に堆積したことで、堰上げが発生したことによるものと思われる。

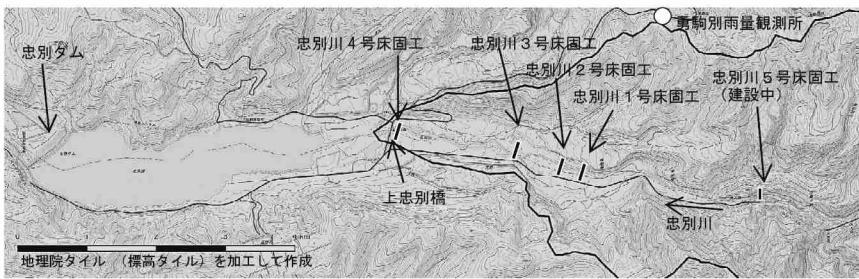


図-1 5 忠別川上流の砂防設備整備状況



図-1 6 忠別川第5号床固め工の整備効果

3) 忠別川上流

忠別ダム上流の砂防区間（図-1 5）では、平成22年8月出水において、忠別川に近接する道道約180mが決壊（図-1 6上段）し、天人峡温泉宿泊客ら324人が孤立したほか、上忠別橋右岸の橋台下部が侵食され、通行中の車両が落下する事故（図-1 7）が発生した。同箇所では平成28年3月に忠別川第4号床固工が完成していたこともあり、平成28年8月出水による被害は無かつた（図-1 8）。床固工による河床高の安定効果、流路工による整流効果により、上忠別橋は被災を免れたものと推測される。また、平成22年8月出水で決壊した道道箇所近傍で整備中の忠別川5号床固工（図-1 6下段）では、左岸流路工が平成28年3月に完成していたこともあり、道々の決壊は免れたと考えられる。

4. スネーク曲線による土砂災害への警戒

図-1 9, 20, 21は平成28年8月16日～23日にかけての黒岳、勇駒別、白金雨量観測所における



図-1 7 平成22年8月出水で被災した上忠別橋

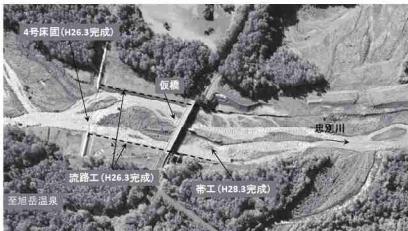


図-1 8 平成26年8月出水後の上忠別橋付近(9/1)

スネーク曲線である。黒岳沢川直近の黒岳雨量観測所（図-1 9）では、台風9号のケースにおいて8月23日5:00に警戒基準雨量を超える、6:30に気象庁の土砂災害警戒情報が発令されている。その直後7:00頃に巨礫を多く伴う大規模な土砂流出がCCTVカメラ画像（図-5）から確認された。勇駒別雨量観測所（図-2 0）では、土砂災害警戒情報や警戒基準雨量といった土砂流出を警戒する降雨状況となっていたが、忠別川上流からの土石流は観察されていない。美瑛川上流に位置する白金雨量観測所（図-2 1）では、台風9号の出水ケースにおいて、土石流発生基準線（CL）を大きく超え、大量の流木が流下した状況がCCTV画像から確認（図-1 4）された。美瑛川上流域では衛星画像の出水前後の2時期比較（図-

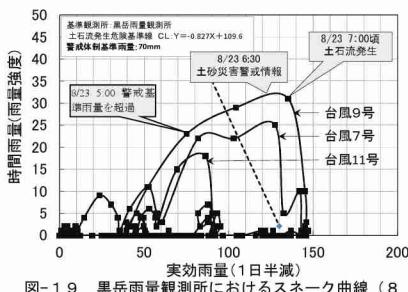


図-19 黒岳雨量観測所におけるスネーク曲線（8月16日～8月23日の状況）

22) からも出水前後で河道が大きく広がった状況が判読されており、急激な出水に伴い河畔林が流出したことが推定された。今回の出水ケースにおいては、台風9号において土石流発生基準線(CL)を大きく超え、土砂災害危険情報が発令された直後に土石流や大量の流木発生が認められており、土砂災害への警戒、住民避難のタイミングを考慮する上で、スネーク曲線が有用であることが再認識された。

6. おわりに

平成28年8月豪雨では約半月で4つの台風が北海道に上陸するなど、未曾有の出水を経験した。ここでは石狩川上流部の砂防施設の減災効果について、砂防えん堤における土石流の抑止効果、導流堤による土石流の誘導効果、床固め工による整流効果、スリットえん堤による大量の流木捕捉効果など、具体的な事例で砂防施設が地域の減災に寄与した事例を紹介した。また、土砂災害・流木災害発生の判断指標として、従来から利用されるスネーク曲線も防災上重要な指標として有用であることを示した。スネーク曲線は防災担当者が表計算ソフト上で作成可能であることから、他の気象指標と併せて地域の減災に活用していくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) Wessel, P., W. H. F. Smith, R. Scharroo, J. F. Luis, a nd F. Wobbe, Generic Mapping Tools: Improved versi on released, *EOS Trans. AGU*, **94**, 409-410, 2013.
- 2) 平成28年8月北海道豪雨災害被災とその影響、そしてこれから:北海道開発局、<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/saigai/splata000000otsj-att/splata000000ougk.pdf>,平成29年4月13日。
- 3) 平成28年台風10号に係る被害状況等(第18報):北海道総務部危機対策局危機対策課、<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/higai18.pdf>,H28.9.12.

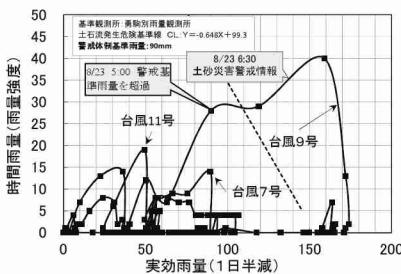


図-20 勇駒雨量観測所におけるスネーク曲線（8月16日～8月23日の状況）

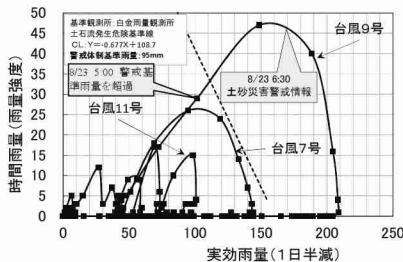


図-21 白金雨量観測所におけるスネーク曲線（8月16日～8月23日の状況）

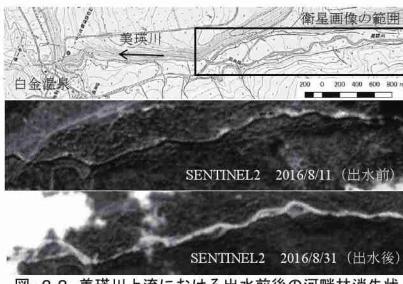


図-22 美瑛川上流における出水前の河畔林消失状況（衛星画像で判読可能な区間のみを拡大表示）

- 4) 石狩川上流直轄砂防施設の効果及び復旧状況について:旭川開発建設部、http://www.hk.mlit.go.jp/as/release/vktdfd0000009e3c-att/160913_oaiike_hisai_2.pdf,H28.9.13.
- 5) 平成15年台風10号北海道豪雨災害調査団報告書、土木学会水工学委員会, 第3章, 2004.

(2018.5.25 受付)