

石狩川上流における大規模土砂災害危機管理の 取り組み

—黒岳沢川の事例—

旭川開発建設部 旭川河川事務所 第二工務課 ○中島 敦志
吉川 契太郎
日本工営株式会社 松山 洋平

旭川開発建設部では、石狩川上流地域において河道閉塞や十勝岳噴火などの大規模土砂災害発生リスクや危機管理対応について検討を行っている。本稿では、上流域に大規模な崩壊地や地すべりが多数分布し、現在も繰り返し土石流が発生することで、道内でも最も荒廃した溪流のひとつとされる層雲峡黒岳沢川における荒廃状況のモニタリングや警戒避難対応など大規模土砂災害危機管理の取り組み事例を報告する。

キーワード：大規模土砂災害危機管理、土石流、黒岳沢川、モニタリング、警戒避難

1. まえがき

旭川開発建設部では平成22年に大規模土砂災害危機管理計画¹⁾を作成し、平常時から石狩川上流域における危険箇所の抽出と荒廃状況のモニタリング及び関係機関と連携した防災訓練などをおこなっている。下流に層雲峡温泉街などの保全対象があり、多量の土砂生産がおこなわれている黒岳沢川(図-1)においては、警戒避難に関して効果的なソフト対策などの予防策を検討する上では出水による土砂生産のメカニズムを把握することが重要という考えからドローンやインターバルカメラによるモニタリングや地形解析を継続的に実施している。黒岳沢川における危機管理の取り組みは令和元年度²⁾にも報告しているが、今回はそれ以降の取り組みと結果について報告する。

1号堰堤では、繰り返し発生する土石流により、次期土石流に備えて流入土砂の除石工事を都度実施している状況が続いている(表-1)。



図-1 黒岳沢川位置図

2. 黒岳沢川の概要と土砂災害発生履歴

黒岳沢川は流域面積4.8km²、平均河床勾配1/4の溪流で、流域内の最高点は黒岳の標高1984m、最低点は石狩川合流点の標高620m、最大流路延長は約5.4kmである³⁾。

黒岳沢川の谷出口には黒岳ロープウェイ層雲峡駅、層雲峡温泉街、国道39号(第一次緊急輸送道路)があり、これらは黒岳沢川が形成した古い土石流扇状地上に位置している(図-2)。黒岳沢川では、昭和22年9月のカスリーン台風で国道や温泉街に多大な被害をもたらすなど、数年間隔で土石流が発生している。昭和63年に国直轄の黒岳沢川第1号堰堤(計画貯砂量117,000m³)⁴⁾が完成し、それ以降に発生した土石流は堰堤で捕捉され、下流の流路工や石狩川に流出した記録は無い。一方、黒岳沢川第



図-2 黒岳沢川第1号堰堤と下流の層雲峡温泉街
(令和5年8月10日、出水後に撮影)

3. 黒岳沢川における大規模土砂災害危機管理の取り組み

(1) 荒廃状況のモニタリング

黒岳沢川での荒廃状況のモニタリングは左岸の大規模地すべり（図-3①）、令和3年に発生した上流右岸の大規模崩壊地（図-3②）、本川沿いの土石流などの土砂移動状況把握（図-3④）を主な着目点として実施している。

a) 左岸大規模地すべりのモニタリング

左岸大規模地すべりは、層雲峡温泉街から約2km上流の黒岳沢川中流域左岸斜面に位置する大規模な地すべりで（図-3①）、地形的にはAブロック及びBブロックの2つに分かれている。黒岳沢川河道に接しているのはAブロックで、幅約300m、長さ約800mの規模である（図-5）。平成29年度からAブロックの地すべり地内末端部に設けた観測点において、GNSS観測による移動量を融雪後と積雪前の年2回のタイミングでモニタリングしている。なお、GNSS観測は固定局ではなく、観測時にGNSS受信機を観測点上に都度据え付ける簡易的な方法で実施している。

この地すべりについては、周辺に地すべりが集中することなどから、大規模土砂災害が想定される箇所として着目し平成22年から温泉街への影響などを検討していた。平成28年7月に地すべり末端部の治山施設に進行性クラックが確認されたことや、同年8月北海道大雨災害時に大規模な土石流が発生したことから、河道閉塞などの大規模土砂災害リスク評価の観点から、GNSS観測により地すべりの移動状況を把握している。

その後、治山施設の亀裂は年々進行していること（図-4）や、GNSS観測結果によりAブロックは本川上流側の部分が平均年3cmで川側に移動している状況が明らかとなった（図-5、図-6）。また、年2回のGNSS観測では、融雪や大雨により移動量が大きくなる傾向を確認した（図-6）。GNSS観測点は地すべり末端部のみにしているため地すべり全体の動きは把握できていなかったが、平成28年～令和2年のだいち2号（ALOS-2）による干渉SARの解析結果⁵⁾を収集整理した結果からは、Aブロック及びBブロック全体が川側へ移動している状況が明らかとなった（図-7）。

この地すべりについては、林野庁北海道森林管理局上川中部森林管理署でも、調査が進められており、相互に情報共有したところ、融雪期の水位上昇が大きく、顕著なひずみ計の累積が認められる状況が確認されているとこのことで、GNSS観測による移動量の傾向と整合的な結果が得られている。

b) 右岸大規模崩壊地のモニタリング

右岸大規模崩壊地は、層雲峡温泉街から約3km上流の黒岳沢川右岸に位置する（図-3②）。当該箇所では、令和元年に末端部で小規模な崩壊があり白濁水の発生⁶⁾があったことから現地踏査などによりモニタリングを継続

していた。令和3年6月22日の現地踏査時に、小規模崩壊箇所の上流斜面において前年積雪前には無かった大規模な崩壊の発生を確認した（図-7写真②）。この崩壊により、崩積土が延長約250mに渡って黒岳沢川の河道を埋積し、小規模な湛水池が形成されていた。ドローンによる写真撮影とSfM解析による地形解析から、崩壊の規模

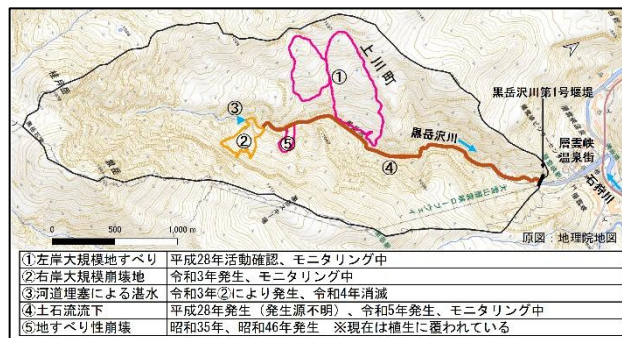


図-3 黒岳沢川土砂移動分布図

表-1 黒岳沢川の災害履歴（昭和22年以降）

発生年	誘因	土砂移動	被災有無	備考
22年	台風	●不明	有	
30年	台風	●山津波	有	
31年	豪雨	●土砂流	有	
35年	豪雨	●河閉●崩壊	有	河道閉塞、図3⑤
37年	台風	●崩壊●土石流	有	石狩川一時閉塞
39年	豪雨	●崩壊	有	
40年	台風	●土石流	有	
42年	前線	●崩壊	有	
43年	豪雨	●土石流	有	
昭和				
45年	豪雨	●土石流		S44年低ダム群施工開始（林野庁）
46年	豪雨	●崩壊		図3⑤
48年	豪雨	●崩壊		
49年	豪雨	●土砂流		
55年	豪雨	●土砂流		
56年	豪雨・台風	●土砂流		黒岳沢川砂防計画
60年	低気圧	●土砂流	有	
63年	前線	●土砂流		黒岳沢川第1号堰堤完成
2年	低気圧	●土石流		平成元年～3年除石
3年	前線	●土砂流	有	平成5年～8年除石
6年	豪雨	●土石流		
11年		●土石流		除石
15年	台風	▲落石	有	
16年		●土石流		
19年		●土石流		平成17年～20年除石
22年		●土石流		平成24年～25年除石
28年	台風	●土石流	有	林道被災、平成28年除石
30年		●土石流		
令和元年		●崩壊		令和元年除石
3年	融雪	●崩壊		図-3②
5年	豪雨	●土石流	有	林道被災、令和6年、7年除石

除石：黒岳沢川第1号堰堤の除石工事



図-4 地すべり末端部の治山施設クラック進行

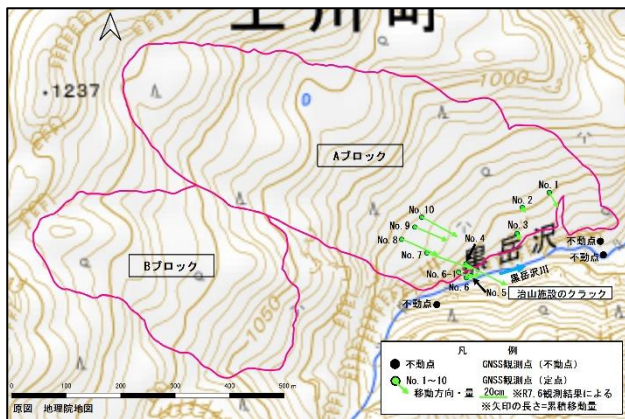


図-5 地すべり範囲とGNSS観測点の移動状況

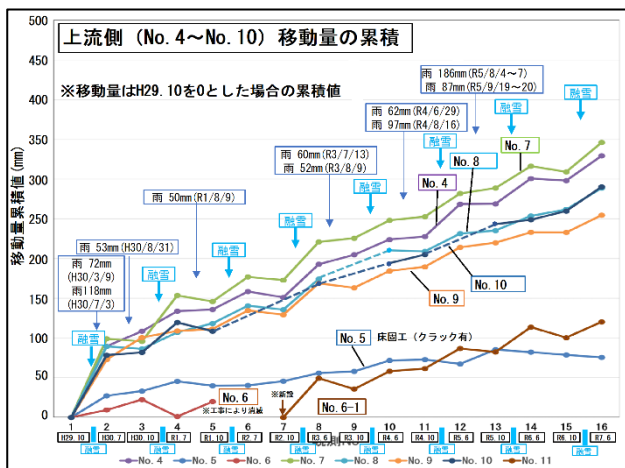


図-6 GNSS観測点の移動量累積値の経年変化

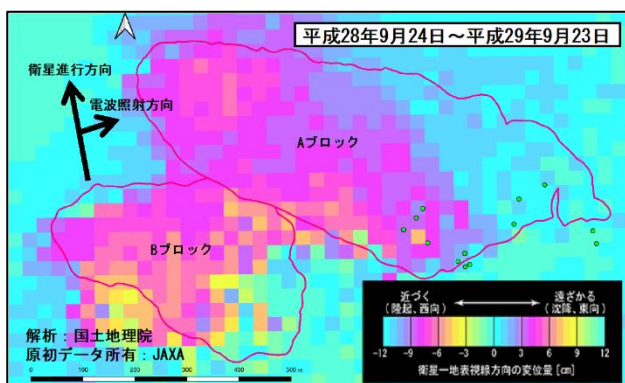


図-7 SAR干渉解析結果 (国土地理院による)

は幅約100m、長さ約300m、崩壊土砂量は約50万 m^3 であると推計した(図-8)。なお、SfM解析は光学的な写真を解析し、3次元地形モデルを作成する方法である。また、平成29年度LP測量⁷⁾との比較では、河道埋積は、最

深で深さ20m程度と推計された(図-9)。形成された湛水池の規模は幅約20m、長さ約40mで、現地確認時は既に満水で越流している状況であった。地形解析の結果から、越流開始点での土砂の堆積高さは12～13mと推定されることや、その時点では黒岳沢川第1号堰堤の貯砂容量は確保された状況であったことから、モニタリングを継続する必要があるものの、下流への影響の可能性は低いと判断した。

その後、融雪後と積雪前を基本とし、まとまった降雨後も含めてドローンによるモニタリングを継続して実施している。令和4年融雪後の調査では、湛水池は上流から流入した土砂で埋塞され湛水は無いことを確認した(図-7写真③)。また、令和5年8月10日の調査では、8月4日～7日の大雨(連続雨量186mm、黒岳観測所)により河道を埋積していた土砂が流出し、土石流となって流下したことを確認した(図-7写真④)。この時に流出した土砂量は差分解析結果から約3万 m^3 で、河床低下は最大で10m程度と推計される(図-9、図-10)。本年11月までのモニタリング結果では、その後の降雨でも周辺含めて小規模な斜面崩壊や侵食を繰り返し確認している。

現在の技術ではドローンにより撮影した光学的な写真から点群データを取得し、過去データとの差分などの数値的な比較を容易に実施できることから、災害発生時に迅速に全体状況を把握し、よりの確なリスク評価が可能となっている。特に、黒岳沢川のように急峻な地形で現地踏査に危険が伴う場所では、調査員の安全を確保する観点からも有効な調査手法となっている。

今後も、ドローンを活用したモニタリングを継続するとともに、さらに上流の源頭部の調査としてドローンより航続距離の長い小型無人ヘリ(札幌開発建設部所有)の適用性を検討する予定である。

c) 土石流などの土砂移動のモニタリング

黒岳沢川第1号堰堤～上流右岸大規模崩壊地の区間において、CCTVカメラに加えドローンやインターバルカメラにより土石流などの土砂移動状況をモニタリングしている(図-11)。平成28年8月に発生した土石流など令和元年までの土砂移動状況は、前回報告²⁾で詳細な報告が行われている。その後、令和元年と令和3年に斜面崩壊があったものの土石流は確認されていなかったが、令和5年8月6日に土石流の発生を確認した。黒岳沢第1号堰堤上流にある水位計や試験的に設置していた土石流センサーの情報から、この土石流の発生時刻は令和5年8月6日の20時～21時である可能性が高い(図-12)。この土石流により、黒岳沢川第1号堰堤まで土砂が流入し堆積した(図-11)ほか、林道の一部も被災した。黒岳沢川第1号堰堤への土砂流入量は、令和6～7年度に実施した堆砂域からの除石工事の実績から算出すると約3.1万 m^3 と推定される。降雨後の調査で上流の右岸大規模崩壊地付近の河道で最大約10mの河床低下と約3万 m^3 の土砂流出が発生しており(3. (1)b) 参照)、この土石流との関連性



図-7 右岸大規模崩壊地の状況変化（ドローンによる撮影）

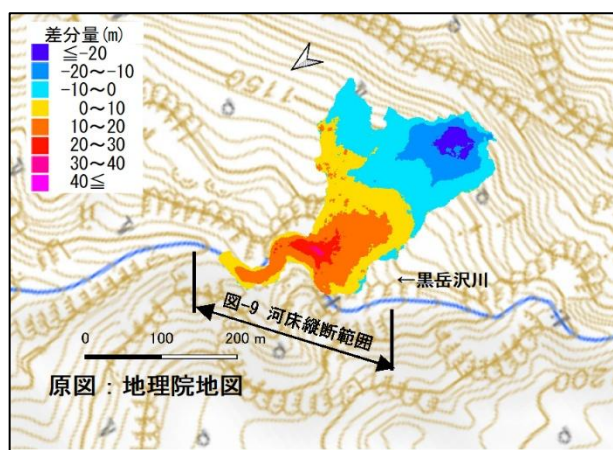


図-8 平成29年崩壊前と令和3年崩壊後の差分解析結果

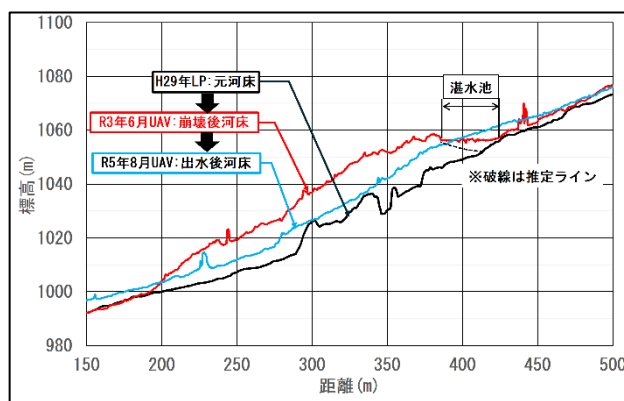


図-9 平成29年崩壊前、令和3年崩壊後、令和5年出水後の河床縦断

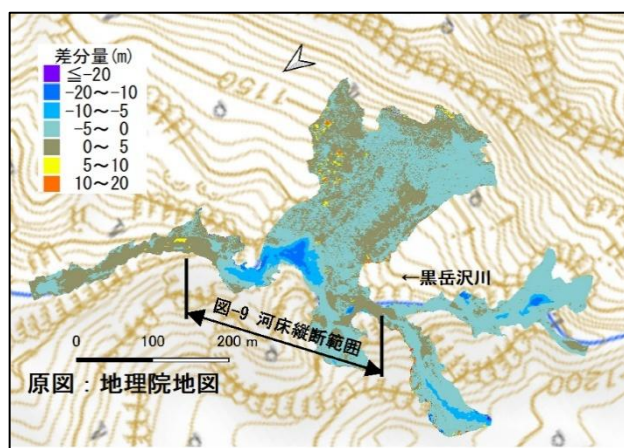


図-10 令和5年6月と8月（大雨後）の差分図

が高いと考えている。

前回報告²⁾にある黒岳沢川における土石流の発生は、山腹崩壊に伴うというより河床堆積土砂の移動の影響が

強い傾向との指摘を裏付ける結果と考えている。降雨指標だけで土石流発生の傾向はつかみづらいが、河床の土砂堆積状況をモニタリングすることで、降雨指標と合わせて発生の傾向を把握できる可能性を示している。

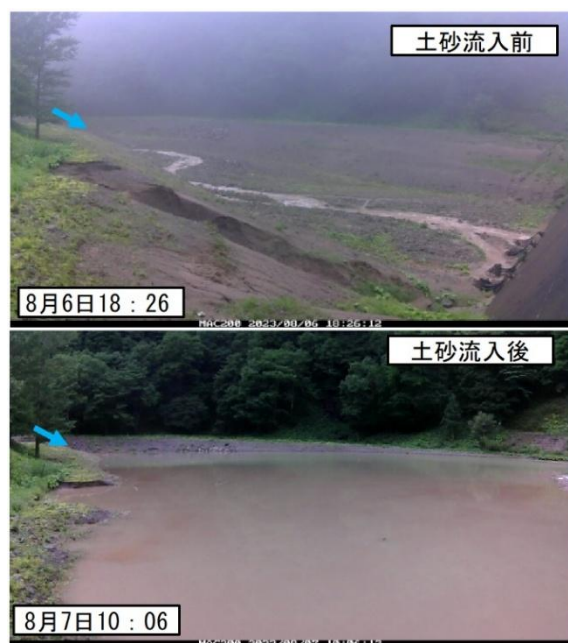


図-11 令和5年土石流による土砂流入前後の状況
(黒岳沢川第1号堰堤堆砂数、モニタリングカメラの画像)

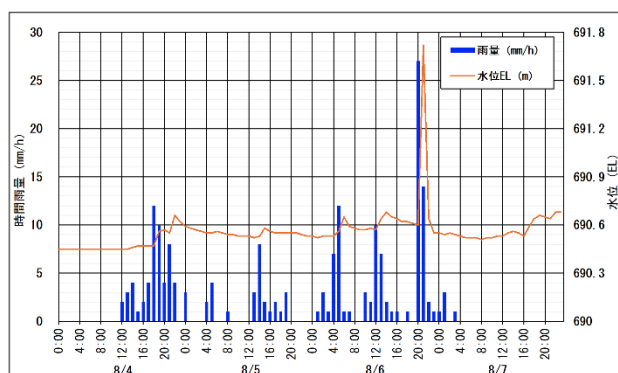


図-12 令和5年土石流発生前後の時間雨量と水位

(2) 関係機関との合同防災訓練（層雲峡協議会）

層雲峡では黒岳沢川からの度重なる土石流発生などの過去の災害履歴や砂防施設の整備状況を踏まえ、土砂災害発生時の避難対応の基準や連携方策について協議を行い、関係機関が層雲峡地区の警戒避難のための連携体制を構築することを目的に、「層雲峡地区における土石流の発生を想定した警戒避難体制についての協議会」（以下、層雲峡協議会と呼ぶ）を設立し、平成26年度から毎年、警戒避難に関する協議や合同防災訓練などを実施している。参加機関は、旭川開発建設部治水課、旭川河川

事務所、上川町、上川総合振興局、旭川建設管理部、旭川地方気象台である。層雲峡協議会では、災害発生時において関係機関で連携して警戒避難に関する対応を行う際の連絡体制や防災行動計画を定めた「層雲峡地区警戒避難対応マニュアル」を作成し、層雲峡協議会や合同防災訓練の結果を反映して毎年更新を行っている。マニュアルの記載項目を表-2に示す。

近年は感染症流行を機に普及したweb会議システムを積極的に活用し、実際の災害時に想定される情報共有手段によるリモート開催を行っている（図-13）。

また、旭川河川事務所がモニタリングしている黒岳沢川の荒廃状況も、層雲峡協議会で共有し、リスクコミュニケーションの場として活用している。今後も定期的に層雲峡協議会を開催し、災害時の関係機関の迅速な情報共有・連携に備え、平常時から顔の見える関係を維持していく予定である。

表-2 層雲峡地区警戒避難対応マニュアル記載項目

マニュアル記載項目
1.総則
2.情報伝達ルートと連絡体制
3.警戒避難の判断基準
4.豪雨時における防災行動計画
5.避難行動の留意事項、取組み
6.災害時に向けた備え



図-13 Web会議による令和7年度合同防災訓練実施状況

4. 黒岳沢川における大規模土砂災害のリスクと危機管理の課題

(1) 大規模土砂災害のリスク

黒岳沢川左岸大規模地すべりは、GNSS観測の結果から融雪時などに川側に移動し不安定な状況にあることが明らかとなった。本地すべりについては、その末端が河道付近にあるため、地震や豪雨時に大きな変動を生じた場合に河道閉塞により土石流発生のリスクが高い箇所である。黒岳沢川では、過去に大規模な河道閉塞の発生履歴

(図-3⑤地点⁹⁾)があることもリスクの高さを裏付ける理由である。このほか、周辺には大規模な地すべり地形が複数報告⁹⁾されていることから、これらの観測についても検討する必要がある。

右岸大規模崩壊地では、モニタリングの結果から、崩壊土砂が一時的に河道を埋積し、その後の出水で埋積土砂が流出し土石流が発生する過程を把握できた。これは、今後も同様なメカニズムで、繰り返し土石流が発生するリスクを示している。さらに、溪流全体を俯瞰すると、黒岳沢川第1号堰堤～源頭部にかけての右岸斜面は、溶岩が露岩した急崖とその下側の崖錐が堆積した急斜面が連続しており(図-14)、右岸大規模崩壊地と類似した荒廃状況にあるため、同様な過程で大規模土砂災害が発生する可能性がある。

(2) 大規模土砂災害危機管理の課題

黒岳沢川で大規模な河道閉塞が発生した場合には、渓床勾配が急で、V字谷のため満水・越流までの時間が短く、発災後の緊急ハード対策は施工期間やアクセスの点で困難が予想される。また、崩壊など土砂発生源である急斜面の事前対策についても同様である。

石狩川上流域の砂防事業計画¹⁰⁾では黒岳沢川第2号堰堤の計画があり、河道閉塞や土石流対策として事前防災の観点から優先的にすすめることや、新築堰堤整備完了までの暫定措置として黒岳沢川第1号堰堤のポケットを確保することが重要な対策と考える。

土石流に関しては、発生源である上流域でのドローンを活用した3次元地形解析や下流の流入域でのインターバルカメラなどによるモニタリングを組み合わせることで、土砂量も含めて発生～堆積までの実態を把握できるようになってきた。今後もモニタリングを継続し多くのデータを蓄積する必要があるが、土石流の発生傾向について、従来の降雨指標のほかに、発生源の状況もあわせて検討し、警戒避難に反映することが重要と考える。

左岸大規模地すべりについては、GNSS観測や林野庁の調査から融雪や降雨との関係性や地すべり機構が概ね明らかとなってきた。今後も引き続きモニタリングを継続する必要があるが、地下水位を指標とした地すべり変動量予測が可能か適用性を検討し、警戒避難に反映する予定である。

関係機関との情報共有・連携は、これまで実績を積み重ねてきた層雲峡協議会や合同防災訓練を継続する中で、荒廃状況の情報提供や合同現地踏査を行うなど、黒岳沢川の大規模土砂災害リスクをより具体的に説明し、迅速な警戒避難に向けて関係機関と協同していく必要がある。

5. あとがき

繰り返し土石流が発生している黒岳沢川において大規

模土砂災害危機管理の取組みとして実施している荒廃状況のモニタリング結果や、上川町などの関係機関と連携して開催している層雲峡協議会と合同防災訓練の活動状況を報告した。荒廃状況のモニタリングは、河道閉塞リスクのある左岸大規模地すべり、令和3年に発生した右岸大規模崩壊地、本川沿いの土石流発生状況について、実施している。GNSS観測やドローンを活用したモニタリングの結果、地すべりの変動状況や黒岳沢川における土石流の発生メカニズム解明に向けた貴重なデータを得ることが出来た。今後は、引き続きモニタリングを継続しデータの蓄積を重ねるとともに、その結果を活用してリスク評価や警戒避難への反映について検討していく予定である。気候変動の影響に伴う豪雨の増大により土砂災害が頻発化する傾向にあることから、今後も層雲峡協議会や合同防災訓練など関係機関との連携強化の取組みを継続していく予定である。



図-14 黒岳沢川源頭部付近の荒廃状況

参考文献

- 1) 旭川開発建設部大規模土砂災害危機管理計画(素案)、令和7年3月
- 2) 公平ほか：黒岳沢川における土石流発生に備えた危機管理対策について、第64回(2020年度)北海道開発技術研究発表会論文
- 3) 旭川開発建設部：黒岳沢川砂防計画検討業務報告書、昭和56年3月
- 4) 旭川河川事務所：砂防施設台帳
- 5) 解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA SAR 干渉画像 B8-No. 9～B8-No. 13、国土地理院技術資料
- 6) 黒岳沢川における白濁水の発生について、令和元年10月11日、旭川開発建設部報道発表資料
- 7) 旭川開発建設部：平成29年度石狩川砂防事業の内 石狩川上流噴火防災対策検討外業務
- 8) 藤原滉一郎：石狩川源流部における土砂石の移動に関する研究、1977年、北海道大学農学部 演習林研究報告、34巻1号
- 9) 地すべり学会北海道支部監修：北海道の地すべり地形データベース、1997年、
- 10) 旭川開発建設部：令和6年度石狩川上流砂防事業計画外検討業務報告書、令和7年3月