

# LPデータを用いた周氷河性斜面における 法肩排水溢水被災原因の分析 — 日勝峠の被災事例より —

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 防災地質チーム ○坂本 尚弘  
吉野 恒平  
川又 基人

2016年に発生した台風10号により甚大な被害を受けた国道274号日勝峠は、平滑な斜面の地形を特徴とする「周氷河性斜面」として知られている。周氷河性斜面における大雨時の水理特性には不明な点が多く、被災箇所を予測を困難にしており防災面の課題である。そこで、本報告では法肩側溝からの溢水に着目し、LPデータから作成した微地形図及び現地写真等から周氷河性斜面における水の流れを分析し、切土のり面の崩壊原因を考察した。その結果、のり面背後の周氷河性斜面上のガリーが水の流れに影響を及ぼし、のり面に侵食と表層崩壊を引き起こすことを推定した。

キーワード：防災、法肩側溝、排水、周氷河性斜面

## 1. はじめに

平成28年8月の大雨により国道274号日勝峠は1年2ヶ月の通行止めを余儀なくされるなど大きな被害を受けた<sup>1)</sup>。本報告で調査した国道274号日勝峠頂上近傍の日高町側には最終氷期における凍結融解作用に伴って形成された平滑な斜面である周氷河性斜面が分布する<sup>2)</sup>。これまでに周氷河性斜面の、形成プロセスについての研究例はあるが、水理特性や崩壊メカニズムといった工学的性質については不明な点が多い。北海道においては、大雨が増加傾向であるなど、今後の気候変動による異常気象リスクも高まっている。寒冷地である北海道に分布する周氷河性斜面における大雨による被災メカニズムを解明することは防災の観点で重要である。道路切土のり面の被災については、小段にU型側溝が設置された法肩側溝を有する箇所において、「侵食」及び「表層崩壊」という2種類の被災が見られた(写真-1)。そこで、本報告では、道路切土のり面における被災のうち、法肩排水からの溢水に着目した上で、災害前後の航空レーザー測量データから微地形図を作成し、切土のり面背後の周氷河性斜面のガリー位置や深さを解析し、災害との関連性を分析した。

## 2. 分析方法

### (1) 被災形状及び被災箇所

SAKAMOTO Naohiro, YOSHINO Kohei, KAWAMATA Moto

調査箇所は日高町千栄 KP151.6 から KP152.5 までの0.9km 区間である。分析には、室蘭開発建設部から受領した、異なる時期に取得した航空レーザー測量(以下、LP と呼称する)データから傾斜区分図や微地形図を作成した。また、令和4年10月に現地調査を実施した。



写真-1 侵食(左)、表層崩壊(右)  
(平成28年9月29日撮影)

図-1に、被災箇所と斜面角度を示す。今回の被災形状は大きく分けて、雨食等により表面が削剥されガリーができた「侵食」と、表土が滑落した「表層崩壊」の2種類になった。被災状況写真などから読み取った被災箇所及び被災形状を図-1及び表-1に記載し、被災箇所No.12まで割り振った。さらに、排水工関連の破損状況と斜面上のガリーについても記載した。また、傾斜区分図はH28年度に取得したLPデータ(1mメッシュ)から作成した。沢を境界に区間AからCまでの3つに分割し分析した。

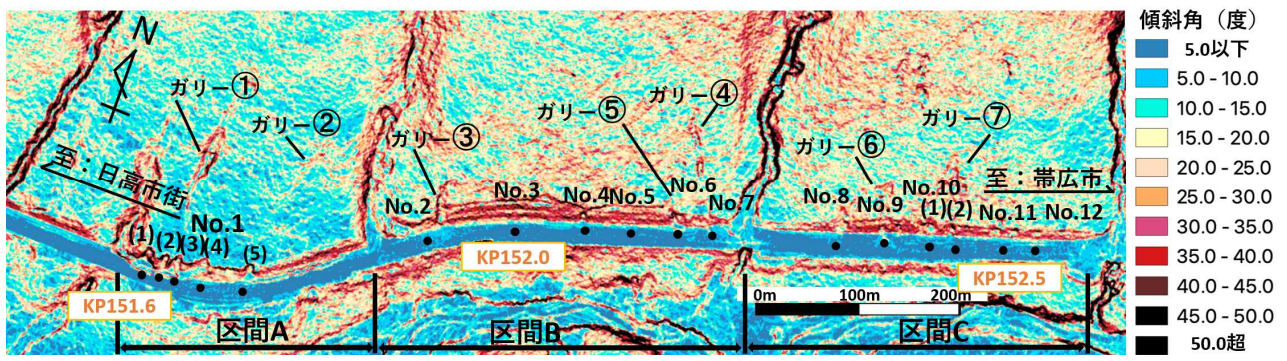


図-1 傾斜区分図及びH28被災箇所

表-1 各被災箇所の諸条件

区間	被災箇所	U型側溝	被災形状		排水工破損		ガリー	
			侵食	表層崩壊	排水吐口異常	U型脱落	番号	勾配(度)
A	No.1(1)	無し	○				①	18
	No.1(2)	無し	○					
	No.1(3)	無し	○					
	No.1(4)	有り	○	○		○		
	No.1(5)	有り	○			○		
B	No.2	有り		○			③	28
	No.3	有り		○			-	-
	No.4	有り	○	○	○		-	-
	No.5	有り		○			-	-
	No.6	有り		○		○	⑤	23
	No.7	有り		○		○	④	19
	C	No.8	有り	○			○	⑥
No.9		有り	○	○		○	-	-
No.10(1)		有り	○			○	⑦	23
No.10(2)		有り		○		○	-	-
No.11		有り	○	○		○	-	-
No.12		有り	○	○		○	-	-

(2) 地形・地質

今回の対象地域を含めた日高山脈北部地域は各種のホルンフェルス、ミグマタイト等の変成岩類、花崗岩やハンレイ岩といった深成岩類から構成される。山地はこれらの岩石を基盤岩として、主に最終氷期における凍結破砕や凍結融解といった周氷河作用を著しく受けた、凹凸の少なく平滑な周氷河性斜面が分布する<sup>3)</sup>。このうち、調査箇所の背後斜面は、概ね30°以下で花崗岩を基盤岩としている。

(3) 斜面上にあるガリー位置及び深さの分析

平滑な斜面における表面水の特徴把握のため、集水地形である斜面上のガリー位置や深さに着目し分析した。H24年11月、H28年9月、及びR1年10月に取得したLPデータ(1mメッシュ)を使用しGISソフト(QGIS)を用いて微地形図を作成した。ガリーを横断する任意の位置で断面図を作成し、侵食深さ及び幅を読み取った。なお、断面図の位置を微地形図に赤線で示した。等高線は10mピッチで記入した。また、表-1の傾斜はH28のLPから読み取った。傾斜角の読み取りにあたり、例として、図-2にガリー①の側面図を参考として示す。ただし、斜面には凹凸があり一定ではないことからガリー谷頭部から切土のり面上部までの平均傾斜とした。

結果をまとめるにあたり、沢を境界としてAからCまで

の3区間に分割した上で、3カ年分の微地形図を比較した。表-1にH28のLPデータから読み取った斜面上のガリーと被災箇所を関連付けられるように記載した。ただし、使用したLPデータは撮影年度が異なっており、撮影機材や落葉状況、グラウンドデータの処理方法等が異なるため、同一精度とはならない。

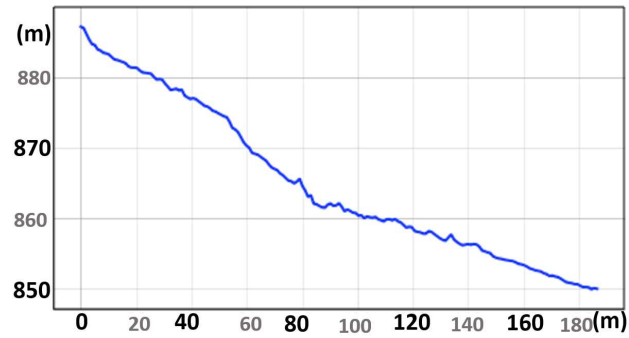


図-2 ガリー①の側面図 (H28データ)

3. 結果

(1) 区間A

この区間では5箇所すべてで侵食による被災を受けた。被災箇所1(1)から(3)は法肩排水が設置されていなかった(表-1)。表面水がガリー①及び②に集まり、道路のり面まで流下し侵食による被災を生じさせたと考えられる(写真-1左)。ガリー①及び②は、H28大雨を受ける前のH24時点で、斜面上に発生していた(図-3)。H24年とR1年の幅や深さを比較すると、H28の大雨を受けても変化量は小さくH24年時点からガリーには大きな変化は認められない(図-4)。また、R4年10月に現地調査を行うと、特殊ふとんかごへの土砂付着は少なかった(写真-2)。これは、斜面上にあるガリーからの土砂流出が少ないこと、被災箇所まで約50m離れていることなどが理由として挙げられる。

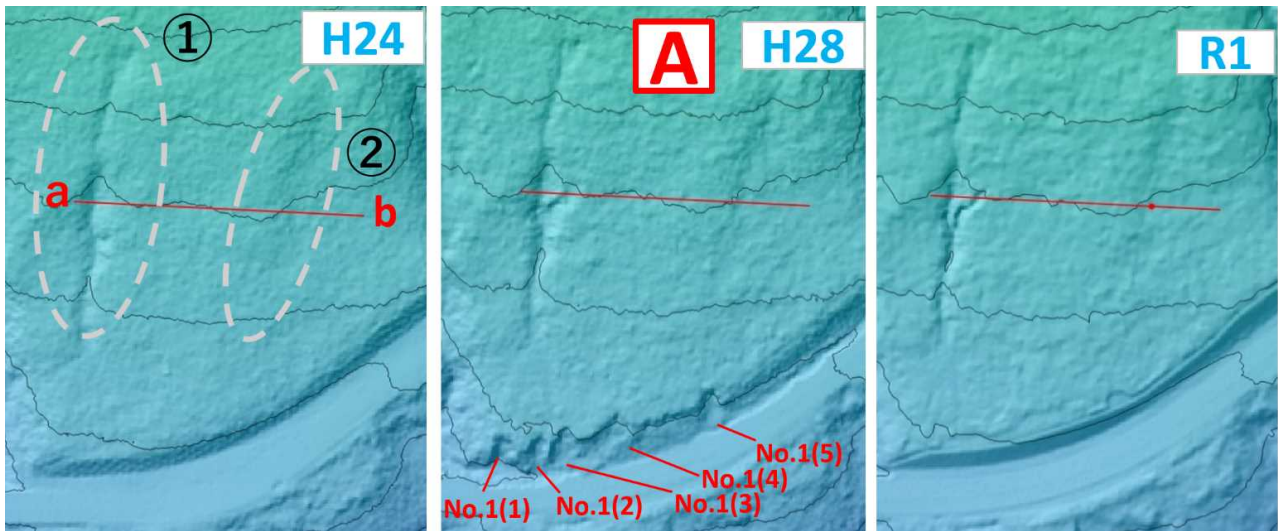


図-3 区間Aの微地形図

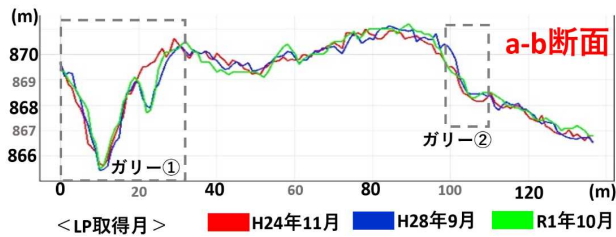


図-4 区間Aのガリー断面図



写真-2 No.1(1)特殊布団かご設置状況  
(令和4年10月31日撮影)

一方で、ガリー②の深さは30cm程度と浅いものの、流路の延長線上に被災箇所No.1(5)があり、被災につながったと考えられる。

## (2) 区間B

この区間では、6箇所で見られる表層崩壊が発生した。ガリー③、④及び⑤はH24年時点で確認できなかったが、H28大雨後に出現し(図-5.6)、H24年時点と侵食深さを比較すると1mから3m程度深くなっていた。ガリーは被災箇所No.2、No.6及びNo.7へ集中的に水が流下する要因となったが、道路のり面の侵食は生じず表層崩壊に至った。斜面におけるガリーの勾配は19から28°だった(表-1)。

ただし、ガリー③はH28被災後からR1の間に2m程度浅くなっていることから、復旧工事等により埋め戻された可能性がある。残り2箇所のガリーはH28からR1の間に、2m程度窪みが西方向にズレ、深さ方向に数10cm深くなっていた。

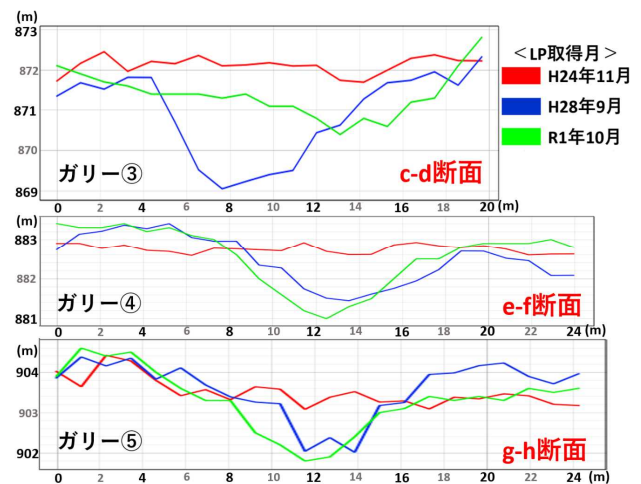


図-5 区間Bのガリー断面図

被災箇所No.6を復旧した特殊布団かごの表面に筋状に植生が繁茂(写真-3)しており、ガリー⑤の拡大は止まらず、土砂供給は現在も続いていることが示唆される。一方で、被災箇所No.4(写真-4)は小段に排水柵が設置されていた。空撮した写真-5に、路肩排水の排水勾配方向を記入すると、帯広側からの排水に加えて、上部路肩排水2方向からの合計3方向から水を受けていた。3方向からの排水を受け、長時間吐口より排水したことにより、吐口は侵食を受けたような形状になったと推定される。また、隣接する被災箇所No.5(写真-1右)は、深さ数10cmの表層崩壊を起こしていた。これは、被災箇所No.4の排水柵が排水できなくなり被災箇所No.5付近まで滞留または土砂が堆積したところに、斜面からの表面水が流

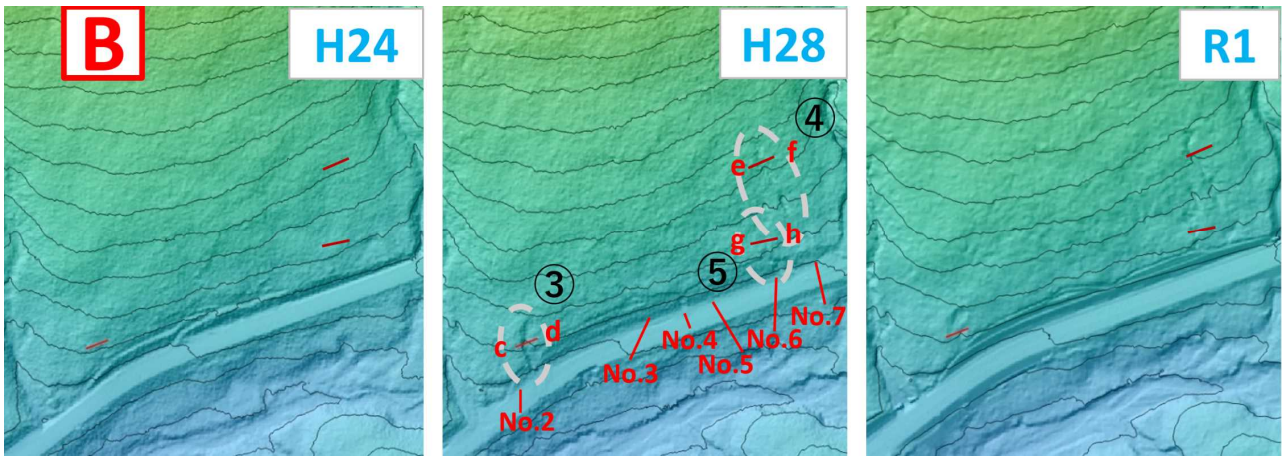


図-6 区間Bの微地形図



写真-3 No. 6被災状況写真（平成28年9月29日撮影・上段）  
特殊布団かご設置状況（令和4年10月31日撮影・下段）



写真-4 No. 4排水柵被災状況（平成28年9月29日撮影）

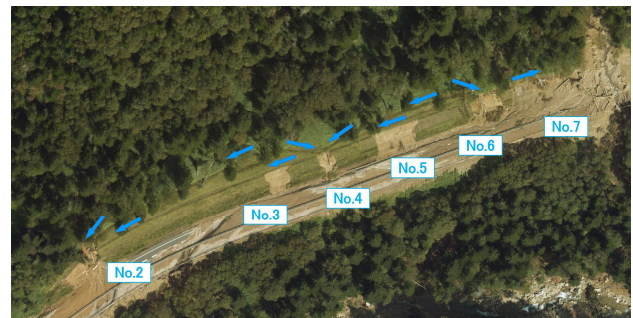


写真-5 LP空撮写真（平成28年9月20日撮影）



写真-6 No. 2表層崩壊写真（平成28年9月29日撮影）



写真-7 被災状況写真（平成28年9月29日撮影）

れ込み、U型側溝を乗り越えて道路のり面へと溢水し表層崩壊が発生したことを示唆する。

被災箇所No. 2は、表層崩壊により被災していたが、帯広側ではガリー③の流路にあった。斜面から流れてきたと思われる樹木は、その痕跡と考えられる（写真-6）。

### (3) 区間C

6箇所被災し、そのうち4箇所は侵食により被災した。斜面上のガリー⑥及び⑦はH28年微地形図で確認された（図-7）。H24からH28に掛けてのガリーの深さは1.5mから2.5m程度であった（図-8）。これらは被災箇所No. 8、No. 9及びNo. 10(1)の侵食（写真-7）に影響を与えたと考えられる。一方で、被災箇所No. 11及びNo. 12は斜面上に

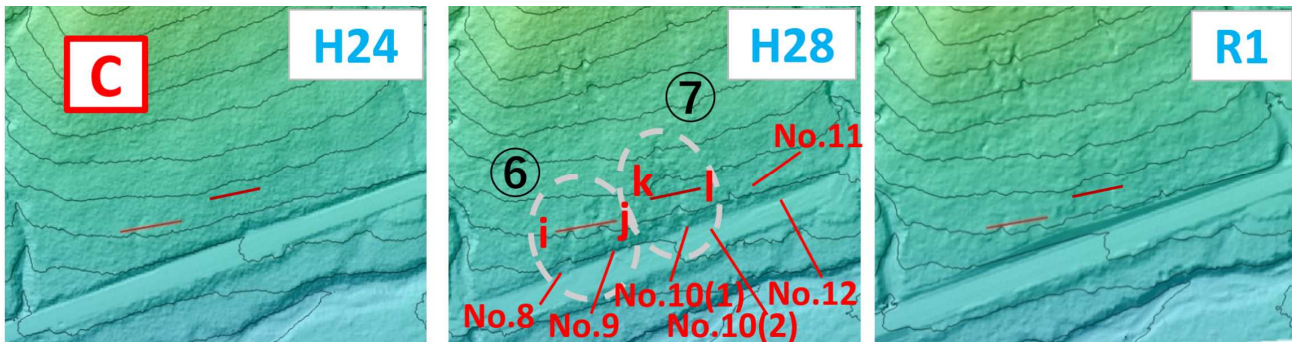


図-7 区間Cの微地形図

目に見えるようなガリーの形跡は見られないが、侵食による被災を受けてU型側溝が脱落しており（写真-8）、被災原因が不明なため更なる調査が必要である。

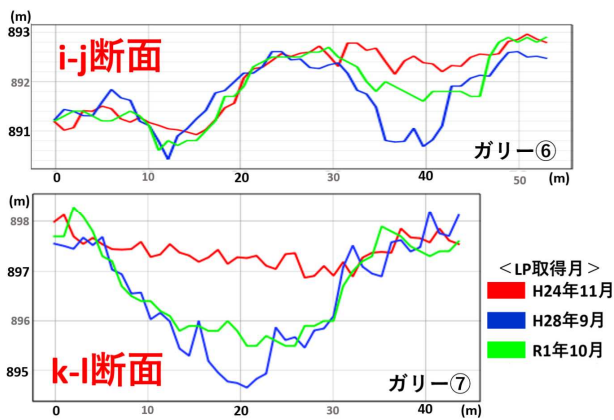


図-8 区間Cのガリー断面図



写真-8 被災状況写真（平成28年9月20日撮影）

#### 4. 考察

上記3区間の分析結果から、被災までの一連の流れを図-9に図化した。斜面上のガリーから流下した水及び土砂が切土のり面に侵食を生じさせることで、U型側溝は排水不良を起こし上流部に水や土砂が滞留する。そこに平滑な斜面から水が供給され法肩排水を乗り越えて、表層崩壊が発生したものと示唆される。このことから、今後同様な表層崩壊を防止するには、U型側溝下流部に土砂及び水の滞留状況をあらかじめ確認する必要がある。

一方、侵食による被災事例では、斜面にガリーがある場合と、小段に排水柵が設置されている場合の2通りあった。周氷河性斜面は平滑な斜面を特徴とするが、被災箇所はガリーの流路上に集中していた。斜面にガリーが

ある場合は必ずしも侵食を起こすのではなく、表層崩壊を生じる場合もあった。H24時点で存在していたガリー①及び②はH28大雨を受けた後のR1時点でも位置はほとんど変わらないが、H28に新たに出現したガリー⑤は土砂が道路のり面まで流下しており、現在もガリーからの土砂流出は続いていると思われる。これらのことから、斜面上にガリーがある場合は流路上に水や土砂が流れ込みやすい。そのため、事前に斜面上のガリーを確認することにより被災し易い箇所を絞り、ガリー流路上にある法肩側溝の清掃等を実施すれば災害を防げる可能性を示唆する。ただし、流路が変わることがあるので注意を必要とする。

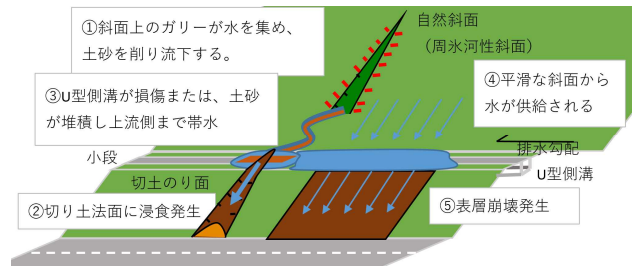


図-9 被災メカニズム概要図

#### 5. まとめと今後の課題

本報告の結果は、以下のようにまとめられる。

- ・斜面にあるガリーの流路上では道路切土のり面の被災が生じていた。災害形態は大きく、侵食と、表層崩壊に分けられる。
- ・切土のり面背後の周氷河性斜面上にある、ガリーは深さ0.3mから3.0m程度であった。
- ・斜面上にガリーがある場合は、切土のり面に、水や土砂が流れ込みやすいことが認められた。
- ・表層崩壊は、法肩側溝下流で水の滞留や土砂堆積により排水不良が生じたところに、背後の平滑な斜面からの水供給により法肩側溝を乗り越え、のり面へ溢水したことから被災が生じたと考えられる。

謝辞：国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部には、資

料提供に快く協力していただいた。この場を借りて御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 北海道開発局室蘭開発建設部道路計画課、同帯広開発建設部道路計画課：国道274号日勝峠 災害復旧の歩み～424日間の軌跡～、2018。  
[https://www.hkd.mlit.go.jp/ob/douro\\_keikaku/fns6a1000006p2g-att/fns6a1000000mxwa.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/ob/douro_keikaku/fns6a1000006p2g-att/fns6a1000000mxwa.pdf).  
(2022年12月21日閲覧)
- 2) 吉野恒平、坂本尚弘、日外勝仁、倉橋稔幸：化石周氷河性斜面における表層崩壊と土砂流の発生過程の分析、寒地土木研究所月報、No. 817、pp.27-33、2021.
- 3) 山本憲志郎：完新世における日高山脈北部の周氷河性斜面堆積物の移動期、第四紀研究、第28巻、pp.139-157、1989