

平成 26 年 9 月 11 日の支笏土石流等による国道 453 号の災害について

倉橋 稔幸* 藤浪 武史**

1. はじめに

気象庁のレーダー・ナウキャストの降水分布では、平成 26 年 9 月 11 日午前 6 時までの 12 時間で支笏湖西岸を中心に北東-南西方向へ線状に総雨量 300mm を超える集中的な大雨が降りました(図-1)。同日午前 5 時 30 分時点で 80mm/h 以上の降雨を観測するなどして、北海道の石狩・空知・後志地方に大雨特別警報が発表されました¹⁾。

札幌市から支笏湖に至る国道 453 号では、同日午前 3 時に通行規制の雨量基準に達し、札幌市南区滝野~千歳市支笏湖温泉間(L=29.5km)が通行止めとなりました。特に北奥漁観測点では午前 5 時に最大時間雨量 68mm を観測し、午前 6 時までに最大連続雨量 365mm を記録しました(図-2)。同区間の 16 箇所では、表層崩壊・土石流・盛土崩壊等の土砂災害や、河川による侵食による災害が発生しました(図-3)。特に恵庭岳北麓では土石流や河川の侵食による被害も大きく、恵庭市盤尻から千歳市幌美内までの区間(L=15.8km)は通行止め解除まで 1 ヶ月を要しました。

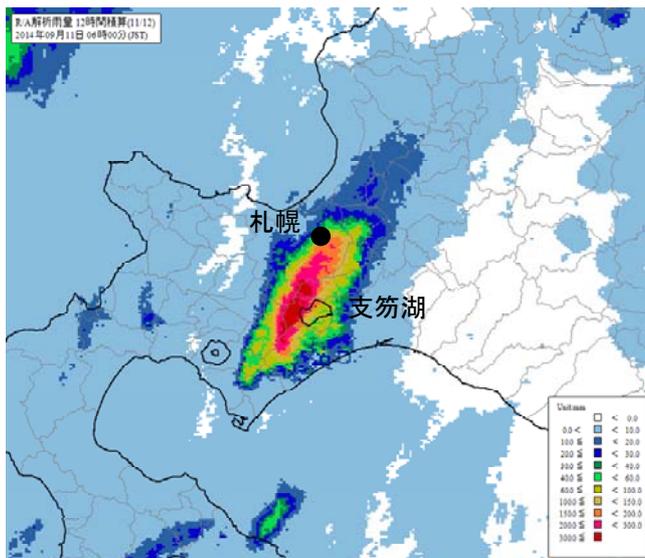


図-1 平成 26 年 9 月 11 日午前 6 時までの 12 時間積算雨量分布図¹⁾

筆者らは 9 月 12 ~13 日にかけてヘリコプターや踏査により現地調査を行いました。本報告では、それらの災害の概要を総括し災害の特徴を述べます。

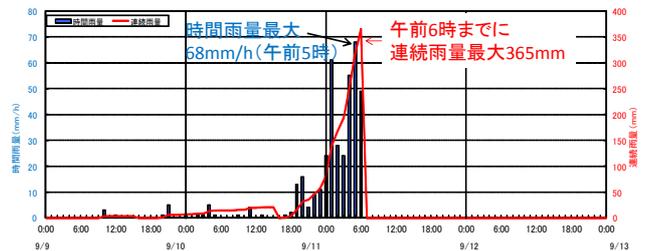


図-2 北奥漁観測点で観測された時間雨量と連続雨量
データ転送の光ケーブルが KP35km と奥漁川橋等で切断され、雨量データが午前 6 時 40 分から欠測した。



図-3 国道 453 号の土砂災害位置図

2. 災害の特徴

2. 1 支笏火砕流堆積物の崩壊

図-3に示すように盛土や自然斜面の崩壊が6箇所
で認められました。そのうち、3箇所は支笏火砕流堆積物から構成される自然斜面です。支笏火砕流堆積物は約4万年前の支笏カルデラからの軽石を多く含む火山噴出物です。火砕流堆積物は溶結の程度により硬さが異なります。崩壊した箇所はいずれもハンマーの先端で容易に削られるぐらいに軟質で、固結度が低い箇所でした。例えば写真-1に示す自然斜面では幅約20mにわたり崩壊し、崩土は比高約30mから滑落し、落石防護柵を倒し国道にまで達していました。



写真-1 支笏火砕流堆積物からなる自然斜面の崩壊
(KP24.0km)

2. 2 火山を起源とした土石流

土石流は活火山である恵庭岳と支笏カルデラ壁の7筋の沢で発生し、道路との交差部で被害を与えました(図-2、写真-2、写真-3)。

恵庭岳の土石流はいずれも山頂を源とする3筋の沢で発生しました。そのうち、国道の被災に関連したポロピナイ沢本流と、その北麓の支流で発生した土石流を調査しました。本流では土石流は橋梁に乗り上げたり、桁下空間を埋積し湖畔にまで達したほか、支流で

は国道と交差する箇所でも路面を流下または横断しました。

一方、支笏湖畔のカルデラ壁では、4筋の沢で土石流が発生しました。カルデラ壁の上部で崩壊した堆積物が雨水とともに急傾斜の斜面を流れ下り、湖畔の国道まで達していました(写真-3)。特に恵庭岳山麓では、崩壊面積に比べて流出土砂量が多く認められました(写真-2)。

なお、これらの土石流のうち恵庭岳のポロピナイ沢とその支流で発生した土石流は規模も大きく、国道の被害も甚大であったことから、土石流の特徴等を次章で詳述します。



写真-2 恵庭岳のポロピナイ沢本流における土石流

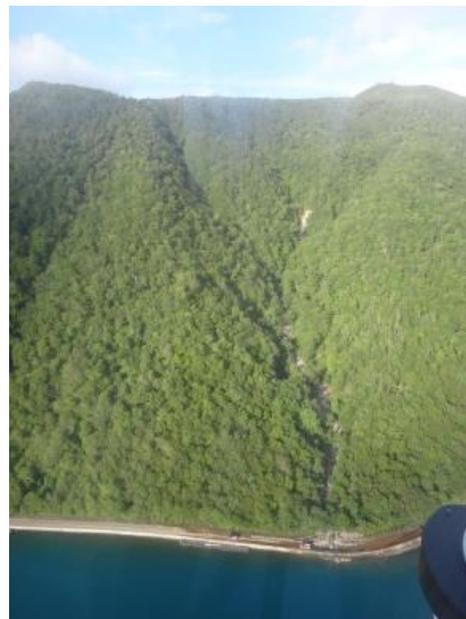


写真-3 支笏カルデラ壁の土石流(KP44.9km)

2. 3 河川による侵食

漁川では奥漁川橋が、ラルマナイ川では山水橋が河

川の侵食により被災しました。これらはいずれも河川の流量が多く、水衝部で侵食し橋台に接続する盛土や橋脚等を洗掘したと考えられます。

まず、奥漁川橋では、P1 橋脚が洗掘され、路面が 86cm 沈下しました。また、A2 橋台躯体コンクリートの水平方向に全幅クラックが発生したほか、A2 橋台位置が水衝部となって橋台に接続する土留擁壁が倒壊し、盛土が流出しました（写真－4）。次に、山水橋では流量増加に伴う河川の蛇行により直上流右岸とともに橋台に接続する盛土部が大きく侵食されました（写真－5）。



写真－4 奥漁川橋の被害状況



写真－5 河川の蛇行による山水橋右岸の侵食状況

3. 土石流の特徴

3. 1 ポロピナイ沢本流の土石流

ポロピナイ沢本流は恵庭岳山頂の爆裂火口を源頭部として支笏湖まで至る約 3km の沢で、普段は水が流れていない涸れ沢です。17～18 世紀に山頂で発生した水

蒸気爆発により爆裂火口が形成され山頂頭部が崩壊し、その崩壊物が「岩屑なだれ」として流れ下り、支笏湖畔に扇状地を形成しました²⁾（写真－2）。それゆえに、ポロピナイ沢には従来から大量の崩壊物が堆積し、1996 年 9 月にも土石流が発生し湖水橋を桁下まで埋めました³⁾。

ヘリコプター調査からポロピナイ沢本流の標高 950m～500m の沢沿いに若干の崩壊が認められたほか、沢沿いに標高 350m までの延長約 800m にわたって侵食が認められました。沢の上流で崩壊した堆積物が降雨で押し流され、沢沿いの堆積物を巻き込み規模を拡大しながら流下したと考えられます。標高 350m から 300m（傾斜角 5°～6°）の間に治山堰堤が 8 基設置され、堰堤の堆砂敷には土砂が堆積していました。

筆者の一人は、10 月 18 日に砂防学会北海道支部の現地調査に参加し、ポロピナイ沢本流を支笏湖畔から標高 350m にある最上流部の治山堰堤上流まで踏査しました。最上流部の治山堰堤下流は、上下方向に約 2 m 洗掘を受けていたことを確認しました（写真－6）。また、標高 330m 付近では治山堰堤の袖部の右岸側を土石流が流下した痕跡が見られました（写真－7）。この流下痕跡よりも右岸側には、以前の土石流流下で裸地化した箇所が一斉に樹林化したと考えられる同齢一斉林も見られ、過去の土石流発生とその流下幅の広さが推察されます（写真－7）。

さらに土石流は直進し、丸駒橋の橋下を通過および右岸橋台取り付け部の盛土を乗り越えました。丸駒橋下流側に併設した歩道橋を流失させ、橋から下流約 200m まで押し流しました。また、右岸を中心に土石流の衝突痕や高欄の変形が認められました（写真－8、写真－9、写真－10、写真－11）。河床は土石流発生前に桁下 5.5m の標高 300m にあったが、発生後の写真－10 では桁下約 3.5m と推定され、2m 上昇したと考えられます。ゆえに、橋桁に目立った衝突痕が残っていないことから、土石流は桁下高を最上部として流下した仮定すると、その流動深は比高 5m 程度あったと推察されます。

また、丸駒橋下流側でも土石流は直進し、湖水橋の右岸に平均径 1m 程度の土石を堆積させました（写真－8、写真－12）。湖水橋地点では最大径 2～3 m 程度、平均径 10cm の土砂を堆積させ、桁下約 1m まで河床を上昇させました（写真－8、写真－13）。河床は土石流発生前に桁下約 2m の標高 276m にあったが、発生後の写真－13 では桁下約 1m と推定され、1m 程度上昇したと考えられます。

土石流の衝撃により損壊した治山堰堤の一部と見られるコンクリート塊は、幅約3m、高さ約2m、厚さ約1m程度の大きさのものが、丸駒橋上流約100mの右岸側、丸駒橋右岸側盛土直下（写真－8）及び湖水橋下流約50m（写真－15）等に散在していました。湖水橋下流では平均径が10～30cm程度と小さくなり、まれに1mを超える粒径の土石が認められました（写真－14、写真－15）。土石流は支笏湖流入地点（標高249m）まで達しました（写真－16）。

土石流の発生形態として、豪雨により谷頭部に多量の降雨が供給され崩壊が起こり、崩壊土砂が表流水とともに一気に急斜面を流下し、溪床堆積物を巻き込み、規模を増しながら流下したと考えられます。沢上流の崩壊面積の小ささや、ポロピナイ沢にこれまでに多くの崩壊物が堆積していたことを踏まえると、既堆積物の二次移動が生産土砂量の多くを占めると考えられます。



写真－8 ポロピナイ沢丸駒橋～湖水橋の状況（9月11日撮影）



写真－6 下流部が洗掘を受けた治山堰堤



写真－9 丸駒橋の被災状況（9月11日撮影）左側は流失した歩道橋桁部



写真－7 治山堰堤右岸側の土石流流下跡と同齢一斉林



写真－10 上流側から見た丸駒橋の被災状況



写真-11 流失した丸駒橋の歩道橋桁



写真-14 湖水橋の桁下空間と下流の土砂堆積状況（下流から撮影）



写真-12 湖水橋上流右岸に堆積した土石流本体



写真-15 湖水橋から下流を望む（流送されたコンクリート塊が見える。）



写真-13 湖水橋桁下の土砂堆積状況（上流から撮影）



写真-16 支笏湖畔まで達した土石流

3. 2 支流北麓沢の土石流

支流北麓沢はポロピナイ沢の河口上流 1,150m で分岐し、恵庭岳の山頂までの約 4km の涸れ沢です（図-3、写真-17）。

ヘリコプター調査から山頂に近い標高 1,150~800m では小規模の崩壊が認められたほか、標高 800~520m では露岩している箇所など溪床や側岸の侵食が認められました。このうち国道の KP34.9km から約 100m 恵庭岳山頂寄りの箇所では、高さ約 5m ほどの位置に土石流が幹に衝突し削れた痕が残され、支流においても土石流の流動深の大きさがわかります（写真-17）。また、沢沿いに土砂が削られていることや幹の根元に不定根が露出していたことなどから（写真-17）、土石流は厚さ約 2m の沢沿いの堆積物を削剥し巻き込みながら流下したと考えられます。

土石流は沢沿いに流れ下り、緩傾斜となった国道近接箇所では、国道を横断する三箇所で土砂を溢れさせ、路面を横断もしくは流下しました（写真-18、写真-19）。特に KP35.1km では路面に平均径 1m 程度の土石が堆積しました（写真-19、写真-20）。さらに下流ほど礫径は小さくなり、末端では砂や流木へと変化していく様子が観察されました（写真-21、写真-22）。

土石流の発生形態として、前述のポロピナイ沢と同様に、豪雨により谷頭部に多量の降雨が供給され崩壊が起こり、崩壊土砂が表流水とともに一気に急斜面を流下し、溪床堆積物を巻き込んで、規模を増しながら流下したと考えられます。



写真-17 北麓沢の土石流による溪床堆積物の侵食と幹に残された痕跡（KP34.9km から上流 100m 地点）

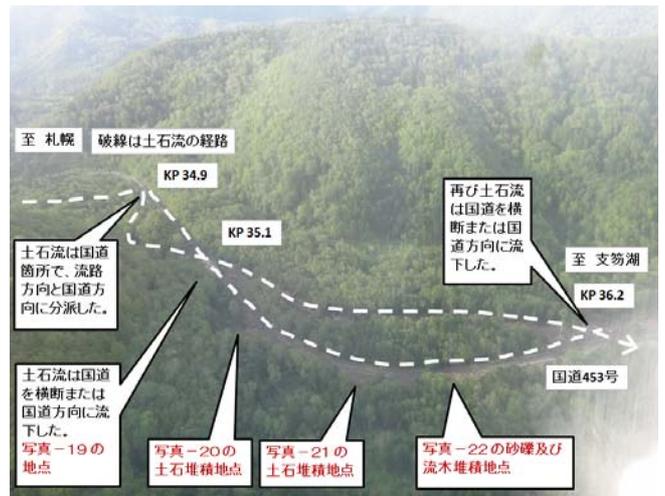


写真-18 北麓沢の土石流の経路と堆積物の変化



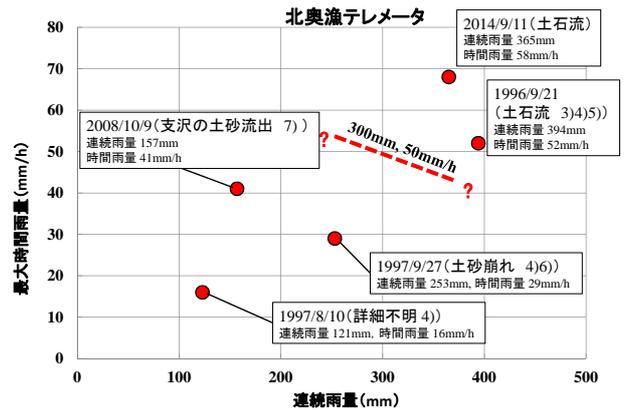
写真-19 北麓沢の出口で国道を横断及び流下した土石流（KP35.1km 地点）



写真-20 KP35.1km から路面を流下し国道に堆積した土石流



写真－21 国道に堆積した礫径が小さい土石



図－4 1996年以降にポロピナイ沢本流で発生した5つの土石流災害における最大時間雨量と連続雨量との相関



写真－22 国道に堆積した土砂及び流木

表－1 恵庭岳周辺の土石流災害履歴一覧

発生年月	内容
1953年9月 ³⁾	(東麓の沢で?) 土石流が発生し、丸駒温泉旅館を直撃した。
1971年 ⁴⁾	ポロピナイ沢で土石流が発生した。ただし、詳細は不明である。
1996年9月21日 ³⁾⁴⁾⁵⁾	ポロピナイ沢で8万 ³ m ³ の土石流が発生し、国道453号の丸駒橋と湖水橋が橋桁まで埋まり、一部は支笏湖まで到達した。国道の一部に土砂が流れ、札幌市南区常盤～千歳市幌美内間が通行止めとなった。
1997年8月10日 ⁴⁾	ポロピナイ沢で土石流が発生した。被害程度は不明である。
1997年9月27日 ⁴⁾⁵⁾	ポロピナイ沢で土石流が発生した。土砂崩れのため、札幌市南区常盤～千歳市幌美内間が通行止めとなった。
2008年10月9日 ⁷⁾	KP39.7km 付近のポロピナイ沢の支沢から小規模の土砂が流出し、恵庭市盤尻～千歳市幌美内間が通行止めとなった。
2014年9月11日(本災害)	ポロピナイ沢本流、支流北麓沢、南東麓沢の3箇所ですり流が発生した。土石流はポロピナイ沢本流で国道453号の丸駒橋と湖水橋を直撃し、橋下まで土砂を堆積させ、支笏湖まで到達した。また、支流北麓沢では交差する国道を横断または流下した。

3.3 過去の土石流との比較

恵庭岳周辺では1956年以来、今回の土石流を含め7回の土石災害が発生しました(表－1)³⁾⁶⁾。そのうち、ポロピナイ沢本流では1971年以降に6回の土石流が繰り返し発生しました。

図－4に1996年以降にポロピナイ沢本流で発生した5つの土石流災害における最大時間雨量と連続雨量との相関を示します。このうち、1996年9月の土石流災害では、連続雨量394mm、時間雨量52mm/hであり、今回の土石流災害と降雨状況において似ています。一方、国道の被害においては、1996年9月の災害では通行規制が1日程度であったが、土砂が丸駒橋と湖水橋が土砂で桁下まで埋めたほか、一部は国道に流れるなど、今回の災害と共通する点が多く見受けられます。

4. まとめと今後の課題

現地調査の結果は以下のようにまとめられます。

- 1) 16箇所での土砂災害は、①支笏湖火砕流堆積物の崩壊、②火山を源とした土石流、③河川の侵食による災害に大別されます。
- 2) そのうち、国道453号に関する恵庭岳山麓の土石流はポロピナイ沢本流とその支流で限定的に発生しました。また、崩壊面積に比べて流出土砂量が多く認められました。土石流の発生形態として、豪雨により谷頭部に多量の降雨が供給され崩壊が起こり、崩壊土砂が表流水とともに一気に急斜面を流下し、溪床堆積物を巻き込んで、規模を増しながら流下したと考えられます。
- 3) 土石流は、支流北麓沢では道路と交差する箇所でも路面を横断、流下したほか、本流では橋梁を乗り越え、桁下に土砂を堆積させました。また、土石流痕跡から、本支流とも土石流の流動深が5m程度と推察されます。
- 4) ポロピナイ沢では1971年以降に5回の土石流が発生しました。特に1996年9月の土石流では今回の災害と雨の降り方が似ているほか、丸駒橋と湖水橋が桁下まで土砂が埋まるなど、国道の被害状況にも共通する点が多く見受けられました。
- 5) 今後は、土石流発生前後の地形測量データを比較することで、主たる土砂生産源や土砂量等の解明が望まれます。

謝辞

本稿で使用した空中写真は北海道開発局所有のヘリコプターに搭乗して撮影したものです。また、現地踏査の一部は、砂防学会北海道支部が企画した現地調査に参加したものです。これら現地調査に便宜を図っていただいた両機関へここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁：北海道（石狩・空知・後志地方）に特別警報発表，
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1409/11a/kaisetsu2014091106.pdf>, 気象庁, 2014.
- 2) 勝井義雄, 岡田 弘, 中川光弘：北海道の活火山，北海道新聞社，223p., 2007.
- 3) 小池省二：続北の火の山，中西出版, 218p., 1998.
- 4) 先田次雄：支笏湖歴史年表(2014年3月3日版)，2014.
<http://www15.ocn.ne.jp/~sikutuvc/history/sikotsuhistory140304.pdf>, 2014
- 5) 北海道新聞社：大雨で支笏湖畔国道が通行止め，北海道新聞 夕刊, 1996.9.21.
- 6) 苫小牧民報社：札幌一支笏湖間の国道453号通行止め 大雨で土砂崩れ，苫小牧民報, 1997.9.27.
- 7) 大日向昭彦, 日下部祐基, 伊東佳彦：北海道の国道斜面災害の履歴分析結果について，寒地土木研究所月報, no.712, pp.24-31, 2012.

倉橋 稔幸*

Toshiyuki KURAHASHI

寒地土木研究所

寒地基礎技術研究グループ

防災地質チーム

上席研究員

技術士（応用理学）

藤浪 武史**

Takeshi FUJINAMI

寒地土木研究所

研究連携推進監

技術士（建設、総合）