

融雪期に発生した雪崩-土石流現象とその評価

室蘭工業大学大学院 正会員 ○川村 志麻
 室蘭工業大学工学部 学生員 横山 遼
 北海道大学大学院 フェロー 石川 達也
 北海学園大学工学部 正会員 所 哲也

1. はじめに

平成30年3月9日、一般国道236号北海道広尾町野塚トンネル付近において、雪崩が発生し、道路施設や交通網に影響を与えた。この融雪期災害の被災状況を確認すると、雪崩に加え、土砂が広範囲に堆積していることが確認されている。既往研究¹⁾では、土石流解析ソフト iRIC Morpho2DH を用いて、雪崩の再現が可能であること、また、本災害が雪崩と土石流が同時に発生した雪泥流に類似の現象である可能性が高いこと、さらには流動現象に影響を及ぼす雪と土砂の凝集体の生成の可能性について検討・指摘している。本研究では、被災地から採取した実際の土試料の物理力学特性を把握し、より精度の高い被災状況の再現を試みた。それらの結果より、融雪期に発生する雪崩、土石流に対する土砂災害の堆積範囲・土砂量・流動距離の予測が可能かどうかを検討した。

2. 災害の概要

被災地の野塚峠は、急峻な日高山脈の西側に位置し、雪崩が発生しやすい地形にある。災害発生時は、前線と低気圧の影響により暖かく湿った空気その周辺に流れ込み、気温が上昇し、災害直前までの連続雨量が293mm、最大時間雨量が37mmを記録した。また、積雪深が22cm減少したことも確認されている。これにより、大雨と融雪が急激に進み、雪崩が発生したとされている。雪崩の規模は総量：約60,000m³である。図-1からも土砂堆積が確認されるように、雪崩と同時に土石流が発生したことが伺える。

3. 北海道における過去の雪崩災害履歴

平成25年から令和2年の7年間に、北海道では、約52箇所において雪崩災害が発生している。その中で、本研究で対象とした野塚峠周辺では約11箇所で雪崩災害が発生していた。このような雪崩の発生箇所は、地形的にも土石流等の土砂災害が発生する可能性も高いと



図-1 当時の被災状況（北海道開発局 室蘭開発建設部提供）

指摘できる。一方、積雪寒冷気候下にある北海道では、水資源を積雪に依存していることから、気候変動の影響が大きいかも言われている。雪崩災害と土砂災害発生箇所の把握は、今後の土砂災害リスクを評価する上で重要となる。

4. 試料の物理特性

現地より採取した土試料の物理特性について報告する。試料の採取箇所は図-1に示す地点（黄色）である。この試料を用いて、地盤工学会基準に基づき、物理試験及び一面せん断試験を行った²⁾。一面せん断試験では、自然含水比状態の試料を未凍結と凍結融解後の状態で実施した。代表的な物理力学示標を図-2に示す。試験結果からも明らかなように、自然含水比状態 ($w=33\%$) では、凍結融解による物性への影響は小さいことがわかる。

5. 解析方法

本研究では、土石流・泥流モデルを主体とした解析ソフトウェア iRIC Morpho2DH を用いた検討を行った¹⁾²⁾。

解析方法は、国土地理院から入手可能な地形データをインポートし、解析範囲や土石流の規模を設定した。雪泥流解析では、「河床材料」を一様砂から混合砂まで

キーワード 雪崩, 土石流, 数値解析

〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学大学院工学研究科 TEL 0143-46-5282

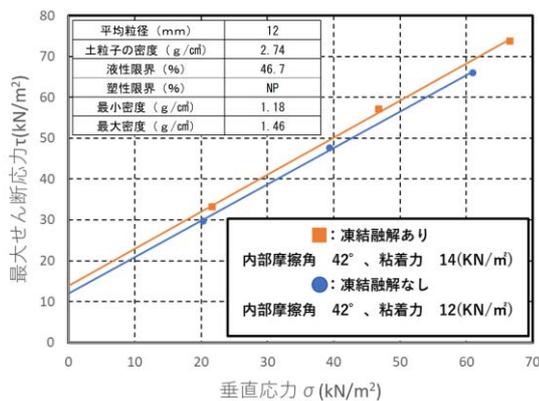


図-2 試験結果

表-1 各解析に用いたパラメータ

	野塚峠土試料	ザラメ雪
平均粒径 (m)	0.012	0.002
流動前の存在率 (%)	47	15
流動後の存在率 (%)	47	15
内部摩擦角 (degree)	42	39
液体として振る舞う土砂の割合	0.1	0

解析可能であることから、採取した土試料と雪をザラメ雪と仮定し、混合土砂流として評価した。本解析では、「河床材料の種類」、「土粒子の存在率及び平均粒径」、「流体として振る舞う土砂の割合」、「せん断抵抗角(内部摩擦角)」を変化させて雪崩・土石流・雪泥流の3パターン解析²⁾を行った。解析パラメータを表-1に示す。

6. 実験結果と解析結果と考察

解析結果に基づいて、斜面崩壊地から堆積区までの流動特性を比較する。図-3は各事象が発生した後、最も土砂や雪が流動した時の様子であり、図中の黄色線はそれぞれの流動範囲を示す。その結果、雪泥流が最も被害範囲が広く、長距離流動し堆積することがわかる。

次に、各解析における末端部の堆積状況と実際の堆積範囲を写真によって比較してみた(図-4)。土砂及び雪の堆積範囲を太線で示す。解析結果は、現地の実態を過小評価しているものの、雪泥流を対象にした解析結果が、より実態に近い範囲を示した。ここで、解析結果より算出した堆積範囲・堆積量・流動距離を表-2にまとめる。表-2より、堆積範囲の比較では、土石流、雪崩、雪泥流の順に大きいことがわかる。また、雪泥流の堆積量は約 60,000m³ となり、実際のデブリ量とほぼ一致し、発生箇所からの流動距離においても雪泥流が最も長いことが明らかにされた。以上より、本災害は、雪泥流に近い現象だった可能性が高いと推測される。

まとめ

融雪期に発生した土砂災害事例について、土石流の

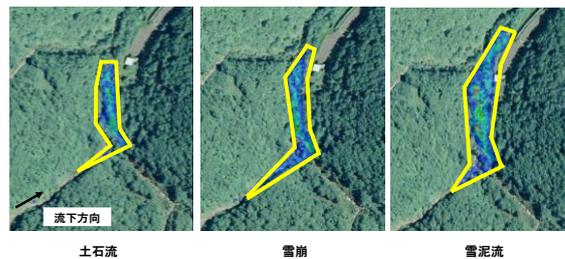


図-3 各解析における流動範囲の比較

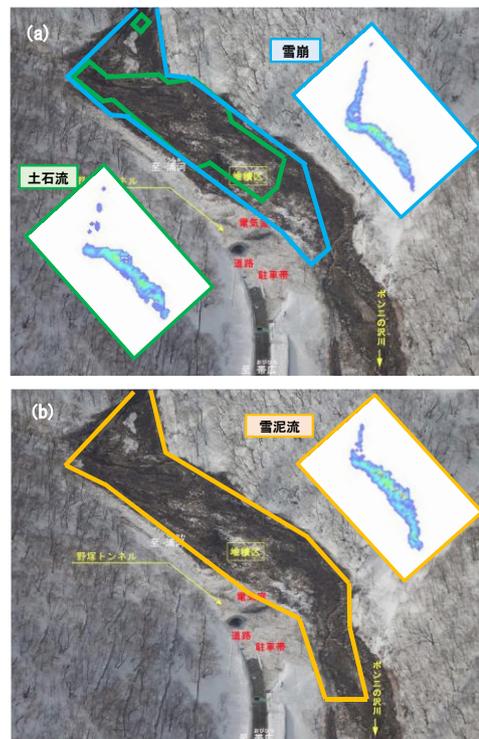


図-4 実際の堆積範囲と解析結果の比較：(a)雪崩解析・土石流解析, (b)雪泥流解析

表-2 各解析における諸量の比較

	土石流	雪崩	雪泥流
堆積範囲 (m ²)	7534	14804	17732
堆積量 (m ³)	21005	42436	63600
流動距離 (m)	979	1025	1097

解析手法を援用した解析を行った。解析結果は実際の土砂流動現象を良く表現できることが確認された。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、北海道開発局室蘭開発建設部より、試料ならびに各種災害情報の提供を頂いた。また、本研究は令和2年度(一財)北海道河川財団研究助成金の補助を受けて行われた。記して、深甚なる感謝の意を表します。

参考文献

- 川村・山田, 第55回地盤工学会研究発表会講演集, No. 22-12-1-06, 2020.7
- 横山・川村・楠田, 土木学会北海道支部論文報告集, 第76号, C-05, 2021.3.