

6. 道路雪崩の実態と対策

6.1 北海道の国道における道路雪崩調査、五期目までの流れ

北海道の道路雪崩を知るために、1) 発生事例を収集しその特徴を気象や道路のり面勾配等との関係で調査し、道路雪崩で特に注意する必要がある雪崩を新雪雪崩、吹きだまりの崩落による雪崩および融雪による全層雪崩の3種類に絞り込んだ。これに基づいて2) 最近の気候変動のもとでの従来の対策工法の限界や問題点を抽出・検討し、新しい対策工の概念を提案した。また、雪崩災害防止・軽減のために雪崩の危険度評価に基づいた雪崩発生危険度の目安を作っているが、3) 吹きだまりを起因とする雪崩など新しい事態に対応するために現場聞き取り調査を行うなど、その改善を図っている。また、4) 道路雪崩の現状を把握する目的で全道から報告されている雪崩事例について、雪崩前後の自然条件を考慮し報告された雪崩分類の妥当性についても検討を始めた。これにより、より信頼度の高い雪崩事例資料が整備されつつある。

これまで各3年四期の活動を、期ごとに要約すると以下のようなになる。

第1期（平成11年度から12年度）：平成11年10月、道路・情報部会，雪崩WGとして活動を始めた。国道の雪崩実態を把握するため道路管理者用と雪崩調査技術者用の2種類の雪崩調査シートを作り、雪崩事例を収集し始め、特徴および要因の整理を始めた。また、平成13年2月に支笏湖畔の16か所で発生した災害事例の発生から災害発生後の危険度評価を行った経緯を記録した。〔道路管理技術委員会報告書（平成10年度～12年度）で報告〕

第2期（平成13年度から15年度）：雪崩事例収集を継続し、道路に被害を及ぼした雪崩の種類や特徴を、発生要因等についてまとめた。主な取り組みは、

- 1) 雪崩柵をすり抜ける新雪道路雪崩の特徴を把握
- 2) 道路雪崩災害危険度評価の精度向上と、現場における雪崩対応として、雪崩管理用の雪尺を提案した。
- 3) 厳冬期および融雪期の全層雪崩に対する道路巡回と交通規制対応、および雪崩発生後の緊急対応について提案した。
- 4) 北海道開発局を対象とした現地雪崩調査・講習会の開催

〔一般財団法人北海道道路管理技術センター主催、独立行政法人土木研究所寒地土木研究所共催、道路管理技術委員会報告書（その2）（平成13年度～15年度）で報告〕

第3期（平成16年～18年）：雪崩事例収集を継続し、雪崩対策施設の課題、雪崩発生危険度の目安などを提案した。

- 1) 北海道で発生した道路雪崩の統計および特徴整理
- 2) 雪崩の事前管理、発生危険度の目安の検討
- 3) 雪崩対策の現状と課題および問題点の整理

〔道路管理技術委員会報告書（その3）（平成16年度～18年度）で報告〕

第4期（平成19年度～21年度）：北海道で発生した主な道路雪崩の実態、雪崩対策工の実態や課題を調べ、雪崩発生危険度の目安についての現状と課題を報告した。

- 1) 道路雪崩の種類、発生起因と発生頻度
- 2) 道路雪崩対策施設の実態と課題
- 3) 雪崩発生危険度の目安と運用、課題

〔道路管理技術委員会報告書（その4）（平成19年度～21年度）で報告〕

いつどこでどのような雪崩が起きたかを、解析可能な記録として残すことが雪崩対策にとって重要であることから、国道が雪崩で通行止めになった場合はもとより、通行止めに至らない場合でも雪崩の場所、規模、雪崩の種類などの資料をスケッチや写真も可能な限り添えて保存する努力を継続している。こうした雪崩事例収集は、雪崩対策を検討する上で重要な基礎資料であり、今後も継続する必要がある。第5期では、これまで関係者の努力により蓄積できた雪崩事例資料について、雪崩発生前後の自然条件から、雪崩分類の妥当性を精査する作業を始めた。これにより今後に残される雪崩事例資料の信頼度を向上させられる。

既存資料の精査などの新たな取り組みを含む第5期（平成22年度～24年度）の成果を以降に報告する。

6.2 北海道の国道における道路雪崩による通行止めの年推移

雪崩を主な原因とする通行止めの推移を図6.1に示した。各年度の区切りはその年の12月から翌年の4月までとしてある。雪崩対策施設の充実で大規模な雪崩発生件数が減り、雪崩危険度判定の目安を活用し、雪崩が発生する前に通行規制できた場合も含まれるのが、ここ数年の特徴であり、それらを明示できる解析を進めている。

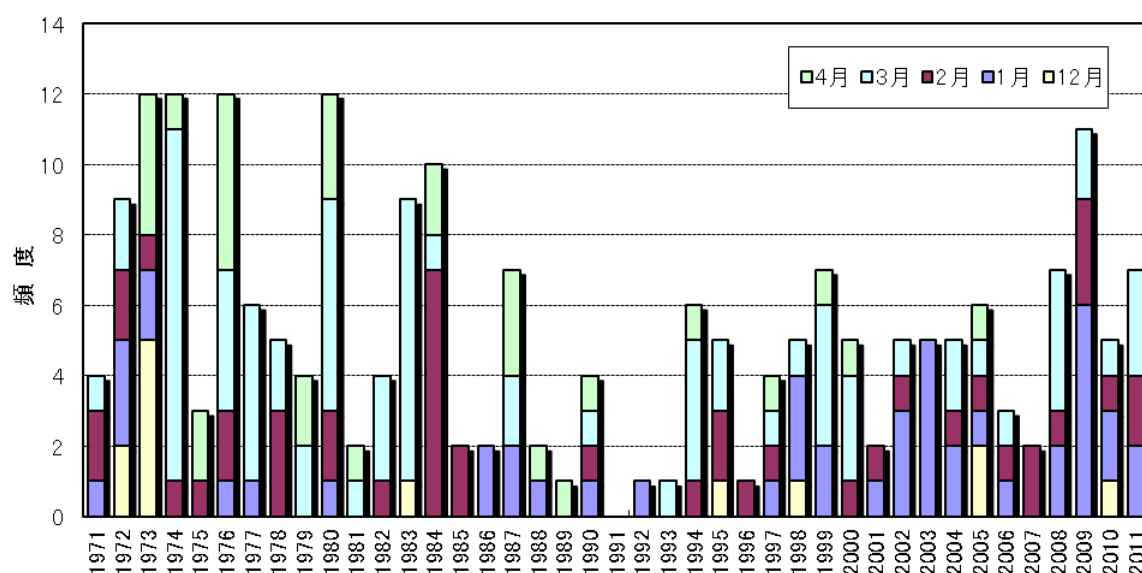


図6.1 北海道の国道における雪崩による通行規制頻度の推移
（年度の区切りは12月から翌年の4月）

6.3 道路雪崩災害データベース

6.3.1 道路雪崩の記録の現状

道路雪崩の発生記録は、道路雪崩の現状を分析し、雪崩対策工や雪崩監視等、今後の有効かつ的確な雪崩対策を進める上で貴重な資料であり、以下のような現状にある。

- ・ 北海道の国道で発生した雪崩については、平成12年度以降、雪崩の概要と基本的な調査結果が雪崩災害調査シートに取りまとめられている。
- ・ 調査シートには道路管理者用と雪崩技術者用の2種類の形態がある。雪崩によっては2種類のシートに記録されている内容が、雪崩の種類が異なるなど違う事例がある。
- ・ 標準の調査シートとは別に、独自の形式で取りまとめられている雪崩発生記録も相当数あるが、これらの調査シートは、全てが1箇所を集められているわけではない。
- ・ 発生した雪崩の情報を正確に記録するためには、雪崩に関する相応の知識と経験を要するが、雪崩の種類判定など、明らかに誤判別と考えられる記録も一部見受けられる。

以上のように、貴重な情報である道路雪崩の発生記録は、これまで十分に活用しきれていなかったのが実状と言える。このため、蓄積された道路雪崩の記録内容を精査し、幅広い活用の基礎資料とすべく道路雪崩災害データベースを整備することとした。

6.3.2 道路雪崩データベースの整理項目および留意点

道路雪崩データベースの構築に際し、主に以下の事項に留意して、現在の調査シート記載項目をベースに、データベースとして必要な整理項目をリストアップした。

- (1) **発生日時**：これまで蓄積された雪崩発生資料によると、発生日時、発見日時、通行規制開始日時が混乱して記録されることが多々あったことから、データベースでは雪崩発生日時（多くの場合は推定で、発生時刻は不明の場合が多い）を記録することにした。
- (2) **雪崩の種類**：雪崩の種類の内、形状（面発生か点発生か）、雪質（乾雪か湿雪か）については、発生時の諸状況からみて明らかに誤判別と考えられるケースがあるため、今回、写真や気象データ等から全データについて内容を再確認し、判定できない場合は“不明”として記録に残すこととした。
- (3) **斜面角度**：雪崩発生斜面の傾斜角は、雪崩対策や雪崩発生予測をする上で重要なパラメータとなることから、過去資料で傾斜角が不明な事例についても、図面から読み取ることで可能な限り記録に残すこととした。
- (4) **雪崩発生箇所数**：雪崩の同時多発は、道路雪崩の重要な特徴の1つと考えられ、その区間の道路雪崩の発生実態を知る重要な指標ともなることから、1つの整理項目として位置づけることとした。
- (5) **気象に関する記録**：雪崩発生時の気象条件、特に雪崩の種類別の気象条件を把握する目的で、道路テレメータおよびアメダスを利用し、全発生事例について、雪崩発生日と前日の気温および降雪量、風向風速をデータベースの整理項目に加えることとした。

以上を踏まえた、道路雪崩データベースの整理項目の一覧を表6.1に、現在作業中のデータベースの整理イメージを図6.2に示す。

表 6.1 道路雪崩データベースの整理項目

	整理項目		記録内容	備考
1	雪崩に関する記録	雪崩発生年月日		
2		雪崩発生有無		有り又は無し 雪崩の発生がなく、雪崩発生の恐れがある場合にも雪崩が原因で通行止めとなる場合があるため。
3		通行規制の有無		全止又は片交 全止：両側通行止め、片交：片側通行止め
4		管轄建設部		
5		路線番号		
6		発生箇所名		
7		キロポスト		複数箇所で雪崩が発生している場合は雪崩の起終点のキロポストと、発生区間のおおよその中心キロポストを記録
8		雪崩の種類	形状	面発生／点発生 確実に判別できない場合は”不明”とする
9			雪質	乾雪／湿雪 //
10			滑り面	表層／全層 //
11		斜面形状	種類	4区分 4区分：自然斜面、人工斜面、沢、不明
12			斜度	単位：度
13		対策工		有り又は無し 具体的な対策工がわかる場合は備考欄に記載
14		デブリ量		単位：m3、複数箇所が発生した場合は最大値を記録
15		発生箇所数	同時多発の有無	1箇所又は複数
16			箇所数	
17		雪崩層の厚さ		推定値も含む
18		写真の有無		有り又は無し
19	気象に関する記録	近傍気象観測所名		雪崩発生地点にもっとも近い道路テレメータ又はアメダスの観測所名を記載
20		雪崩発見当日の気温	平均気温	
21			最高気温	
22			最低気温	
23		雪崩発見前日の気温	平均気温	
24			最高気温	
25			最低気温	
26		降雪量	発見当日	
27			発見前日	
28			合計	

* 大規模雪崩は風の関与が大きく、資料への反映方法を検討中

最終 シ ェ ッ ク	No	発 生 年 月 日 時 (推 定 含 む)	年 度	発 生 有 無	規 制 有 無	路 線 建 設 部 署 番 号	発 生 箇 所 名	キ ロ ポ ス ト	雪崩の種類		斜面形状		対策 工 程	デ ブ リ 量 (m ³) の 推 定 値	発 生 箇 所 数	雪崩 層の 厚さ	写 真	備 考	近 傍 気 象 観 測 所 名	発 見 当 日 気 温		発 見 前 日 気 温		発 見 前 日 降 雪 量	合 計	資 料 ・ 文 献																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
									形状	雪質 全層	種類	傾度 平均								平均	最高	最低	最高			最低	1	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	レ	1	H7	1995/12/9	H7	○	金止	創路	243	美穂峠	27.2	27.1-27.2	面発生	乾雪	全層	自然斜面	30度	無	33,600	複数	有	-6.4	-5.2	-6.2	-5.0	-1.9	-6.9	2	3	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

6.3.3 道路雪崩データベース整備および活用計画

道路雪崩データベースは平成7年度(1995年度)冬期以降を対象としており、平成23年度(2011年度)までの17冬期で、230例近い道路雪崩がリストアップされている。各記録データの確認と精査をしつつ、以下の年次計画でデータベースの整備とその分析を進めている。

平成24年度：道路雪崩データベースの整理項目検討、雪崩個別データ精査（初年次）

平成25年度：雪崩個別データ精査（第2年次）、気象データのデータベース化、道路雪崩の累年統計、雪崩の規模や事前規制の割合の推移

平成26年度：道路雪崩の発生に関する統計分析、雪崩発生時の気象条件に関する統計分析

いつ、どこで、どのような雪崩が発生したかを記録した、道路雪崩データベースは、雪崩対策や雪崩発生危険度を評価する基礎資料として期待される。データベースは活用イメージをどれだけ事前に描けるかが、使いやすさを決定することから、既存の汎用ソフトを使い効率化を図りながら、雪崩の種類や規模別の検索や統計処理が容易で、研究や雪崩対策の意志決定に貢献できるものとなしたい。

6.4 「道路雪崩対策の手引き」作成に向けて

雪崩対策に従事する道路管理者、道路維持業者を対象とした、実務者向けの道路雪崩解説資料として、「道路雪崩対策の手引き」を作成する準備を進めており、現段階での構成や内容を表6.2に示す。

第1章では、雪崩の発生機構や種類などを紹介している。第2章は道路雪崩の実態を正確に把握する目的で収集している雪崩調査シートの内容で、写真やスケッチなども含む各記載項目を説明し、雪崩現場の限られた状況の中でも雪崩の種類や規模、発生機構などから雪崩対策の検討に使える記録を、道路管理の現場職員が作れるようになることをめざしている。第3章では、これまで北海道の国道で発生した道路雪崩を分類解析した結果が分かる。第4章では雪崩対策工について、第5章では雪崩の影響を最小限にするための維持管理について説明する。

表 6.2 「道路雪崩対策の手引き」の構成や内容

章	節	内 容	備考
1. 雪崩の基礎知識	1.1 雪崩の定義		H24年度予定
	1.2 雪崩発生メカニズム	多量の降雪に伴う駆動力増加による雪崩 融雪や降雨等に伴う支持力低下による雪崩	
	1.3 雪崩と斜面角度との関係		
	1.4 雪崩の種類	雪崩の種類とその特徴等について解	
2. 道路雪崩の記録方法		・雪崩災害調査シートA(速報用) ・雪崩災害調査シートA(コンサルタント用)	
3. 北海道の道路雪崩	3.1 北海道の道路雪崩の発生事例	北海道の道路雪崩について、雪崩の種類別に実際の発生事例を紹介	H25年度以降
	3.2 道路雪崩の種類別発生件数		
	3.3 道路雪崩の発生要因		
4. 道路雪崩対策工の機能		道路雪崩の対策工について、対策工が果たす役割、対策工整備の留意点等。	
5. 道路雪崩の維持管理		気象情報による雪崩の監視、予防柵や斜面上の雪処理等について、道路維持管理上での留意点等	
(資料) 道路雪崩事例集		典型的な道路雪崩、特徴的な道路雪崩について、気象経過や雪崩の規模、斜面状況等に関する事例集を作成	逐次追加し拡充を図る

6.5 最近の道路雪崩事例

北海道上富良野町の三段山で平成24年12月16日、標高差30～40m、雪崩斜面長50m程度、新積雪深が数十cmで、50cmの雪崩堆積物（デブリ）に巻き込まれた登山者が窒息死する事故があった。その程度の雪崩は道路のり面でも珍しくなく、雪崩実態の正確な把握をおろそかにはできない。最近の道路雪崩事例として、数時間の間に14カ所で雪崩がおきた国道276号野塚峠の両側を含む天馬街道の事例、及び三国峠周辺としては2500m³と最大のデブリ量であった国道273号の事例を紹介する。

国道236号野塚峠を含む、通称天馬街道では2012年2月23日、19:00～24:00頃、浦河側9カ所、広尾側5カ所で雪崩が発生した。北海道南岸を発達しながら通過した低気圧による降雪が、勾配40～60°の急斜面に新たに積もった表層雪崩であった。

(1) 国道236号 天馬街道

現場近くのアメダス中杵臼の気温の最高は+0.8℃で0℃以上が降雪前に3時間続いた。新雪の記録は12cmであるが、雪崩の破断面で判断すると10～30cmであり、アメダス観測点の広尾では48cmだった。

14箇所の雪崩は全て面発生新雪による乾雪表層雪崩であった。上杵臼の道路気象テレメータで10分平均の最大風速が11.7m/sであることから、吹雪による影響も予想され、古い雪と新雪の境目が滑り面となった可能性がある。

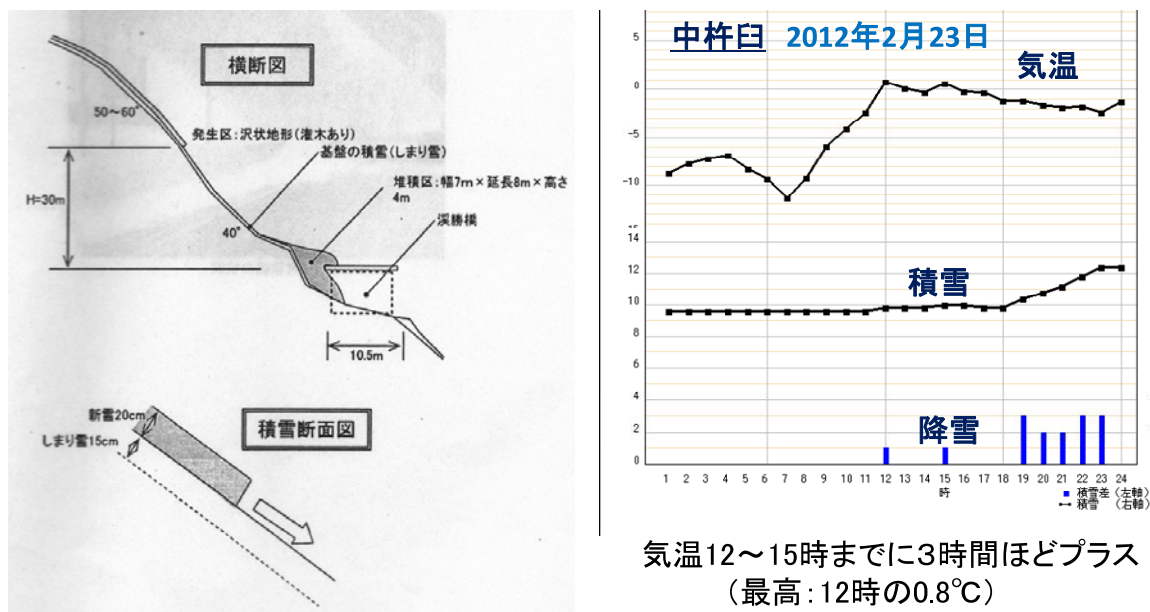


図 6.3 国道 276 号野塚峠周辺（天馬街道）の雪崩模式図と気象概況

14カ所の雪崩発生区の傾斜角は、40 から 60 度と大きい特徴があり、古い雪は長時間降雪の無いままに晒され、古い雪の表面は固く支持力が小さくなり雪崩が発生したとみられる。

図 6.3 に北米ロッキー山系と全道各地の雪崩斜面の傾斜角と傾斜角別構成比 (%) を示したが、この図からも一般的な雪崩斜面よりも天馬街道の雪崩斜面勾配の傾きが大きいことがわかる。また、図 6.5 は、天馬街道雪崩発生箇所の、雪崩が起きた積雪破断面の厚さ別構成比 (%) である。積雪観測点の雪の深さより大きな厚さもあることから、今回の雪崩には風が寄与した可能性を示唆している。

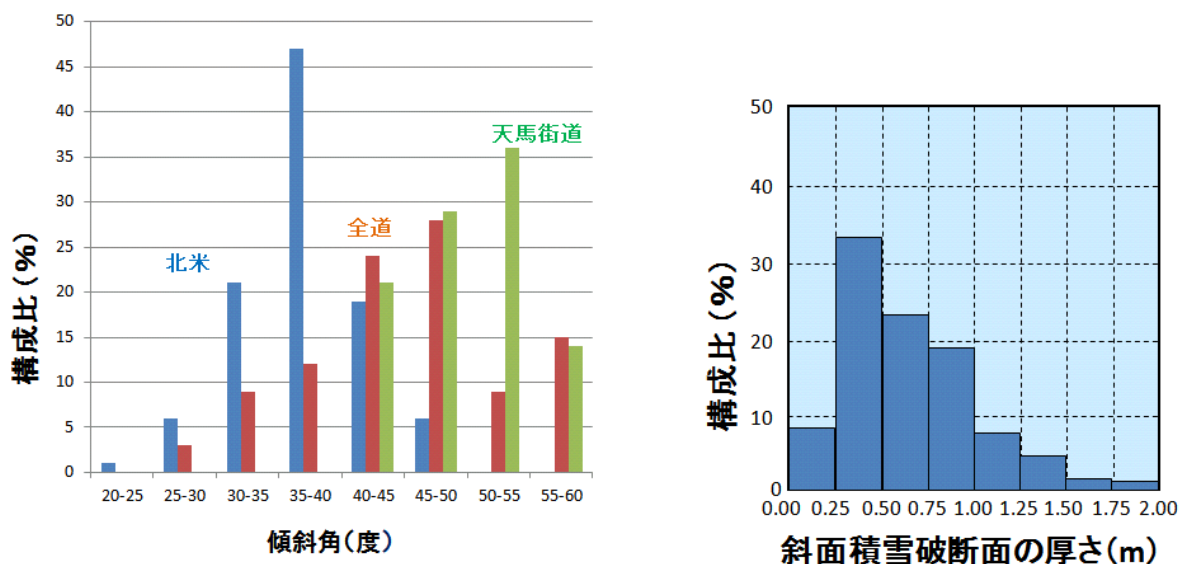


図 6.4 北米、全道、天馬街道の雪崩斜面の傾斜角、図 6.5 天馬街道の斜面積雪破断面の厚さ別構成比 (%)

(2) 国道 273 号 三国峠

2012 年から 2013 年にかけての冬は初雪が遅かったものの、初雪がそのまま根雪になり寒く、雪が例年より多かった。2012 年 12 月上旬には、北海道南岸を急速に発達しながら通った低気圧と大陸からの寒気で、道東は大雪になり国道 273 号三国峠の旭川側で、三国峠としては最大規模の雪崩が起きたので概要を報告する。なお、国道は事前規制中のため被害を免れた。

R273,57.8kp.2500m3のデブリ



図 6.6 国道 273 号、三国峠近くの雪崩発生箇所

103cm/12時間の大雪と北の強風による大規模雪崩

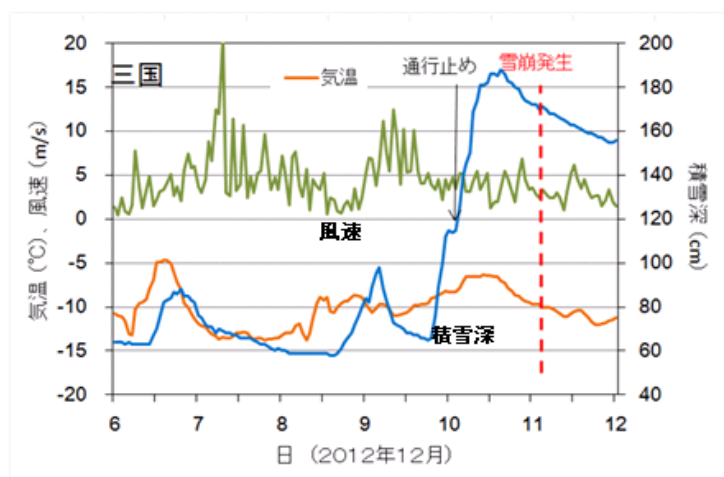


図 6.7 三国峠道路気象テレメータの積雪深、10 分平均風速、気温の変化

当該地区の国道は、過去の雪崩による通行止めと気象条件から、新雪雪崩については通行止めの目安を決めてあり、それに従い大雪が降り始めた雪崩発生前日から国道を事前規制していた。事前規制後も雪が更に降り続けていたため規制を継続し降り止んだ後、開通の是非を判断するための安全確認をする前に新雪表層雪崩が発生した。デブリ量は 2500m^3 であり、三国峠の旭川側としては過去最大規模だった。

図 6.7 に示したような道路気象観測値の推移や気象条件を参考に、足りない情報は ITV や道路パトロールで今後も補う必要がある。人の背丈を超えるデブリが残る規模の雪崩であったが、危険度の目安を参考にした事前規制中であり、影響を最小限にできたことから、今後の雪崩危険度の推定や道路管理の参考になるので記録にとどめたい。

6.6 まとめ

これまで関係機関の理解と協力を得て収集している雪崩事例集の精査を始めたのが、この第五期の新たな取り組みである。これからは収集資料が集まり次第、出来るだけ早い段階で資料を精査できるよう工夫し、雪崩実態の基礎資料としての信頼度向上に努めたい。

「道路雪崩の手引き」については、手引きを完成させることが毎年行っている雪崩講習会の充実や技術の継承にもつながるだけでなく、過不足のない雪崩対策にも貢献できると考えるので完成を促進したい。「道路雪崩の手引き」の完成は、3年以内の出来るだけ早い段階を目標とする。

また、独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所とも協力し、しばらく更新されていない全国的な雪崩資料や基準の改訂に、北海道の成果を反映する取り組みも忘れないようにしたい。