

9. 道路雪崩災害の実態と対策

9.1 道路雪崩調査の4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法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。以上の3点を中心に雪氷ワーキンググループが平成19年度から21年度に行った成果について述べる。

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、雪氷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、雪崩調査技術者用と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活動報告書(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、全建設部を対象とした現地雪崩調査・講習会の開催(北海道道路管理技術センター主催、開土研共催)

「道路管理技術委員会活動報告書(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活動報告書(その3)(平成16年度～18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、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。

次に第3期までの流れを経て、第4期目になる平成19年度から21年度までの成果をまとめる。

9.2 雪崩対策の課題

道路管理技術委員会では、これまでの成果を道路維持管理の現場に普及し、現場の要望に応える雪崩対策の充実を図るため、現場研修会に参加してきたが、その前後に(財)北海道道路管理センターは雪崩に関するアンケート調査を行った。アンケートに答えた36事務所の内8割の事務所が雪崩に注意を払っており、現場が抱える雪崩危険度の判断や雪崩対策施設の課題がうかがえる。

9.2.1 雪崩通行規制や危険度の判断について

雪崩の危険度判断について、いつ通行止めにするか、あるいは通行止めを解除するか通行規制判断に迷うことがあると答えた事務所が約半数近い。また、通行止め判断の根拠は、全事務所が道路パトロールによる現場状況と答えたほか、道路気象テレメータの降積雪深や現場の積雪深と答えた事務所が半数を超えた。その他、天気予報を8割、天気予測情報を4割の事務所が通行規制判断の参考に使っている。

雪崩による通行規制に使われ、通行規制の判断にも参考にされる大雪警報などについて、7割の事務所が、警報が出てでも災害にならないことがあり、警報だけでは通行規制を決められないと答えている。気象警報の対象は、広がりを持つ地域を対象としており、雪崩危険度判断の参考にはなっても、特定路線や特定箇所の雪崩危険度判断にそのまま使うわけにはいかない。

また、通行規制判断に使われる道路気象テレメータの計測値の信頼度を増すため、雪崩の危険がある時だけでなく平時から注意を払い、現場実態との関連を知っておく必要がある。

近年、道路緊急ダイヤル#9910などを通して道路利用者からも情報が寄せられており、それらを適切に取捨選択し、道路維持管理に活用できる可能性も検討する必要があるかもしれない。

9.2.2 雪崩対策施設について

雪崩対策施設のうち、雪崩予防柵や予防杭について、5割近くの事務所が何らかの問題があると答えている。この内、水を含むスラッシュ雪崩や一部の新雪雪崩では、対策施設をすり抜ける場合については、種々の解決策が研究、提案されており成果を待ちたい。更に、雪崩予防柵の間隔や高さなどについては、この報告の9.3でも問題提起されており、今後の課題である。

その他、雪崩防護柵、擁壁、スノーシェッドなどについては2割の事務所が何らかの問題があると答えている。大きな事故や通行止めに至らない場合でも、まず事象を記録し課題を整理し、必要に応じて技術的な検討や研究を加え、雪崩対策施設設置基準の改定などに反映できるよう不断の努力が必要である。

9.3 道路雪崩の実態（1995～2008）

雪崩事例収集や事例解析によって、北海道の国道における雪崩による通行止め件数の年度別推移や雪崩の種類・発生要因（起因）を調べている。1990年代までは、3月、4月に雪崩の多い年もあったが、2001年度以降は、1月、2月といった厳冬期に雪崩発生頻度が多くなっている（道路管理技術委員会活動報告書（その3）2007）。厳冬期には、雪粒子間の結合が弱い粉粒状の雪が雪崩柵をすり抜けて流れる雪崩の発生が多くなっている。融雪期の雪崩が少なくなっているのは雪崩柵が有効であり、その整備効果が現れていると考えられる。

また、年ごとの違いは大きいですが、雪崩による通行止め件数は1980年代半ば以降、10件を越えることはなくなっている。しかし、雪崩の潜在的な危険も含め冬期道路交通に与える雪崩の影響は依然として少なくない。

9.3.1 道路雪崩の種類と発生頻度

1995年度から2008年度までに発生した北海道の国道における44件の道路雪崩を、発生形態や雪質、滑り面の位置の3要素で8種類に分類する日本雪氷学会にならって図9-1に示した。道路に被害を与えた道路雪崩は分類すると5種類あるが、その8割は厳冬期の乾雪雪崩であり、7割強が表層雪崩である。雪崩の種類で最も多いのは全体の6割強を占める面発生乾雪表層雪崩である。次に多いのが厳冬期の面発生乾雪全層雪崩で、融雪期の面発生湿雪全層雪崩と続く。これら3種類の雪崩で全体のほぼ95%を占める。その他には降雨や急激な融雪によって発生した面発生湿雪表層雪崩と点発生湿雪表層雪崩が各1事例あるだけである。



図9-1 道路雪崩の分類と発生頻度

9.3.2 道路雪崩の発生起因と頻度

雪崩の種類だけでは、雪崩の性質・特徴を全て表すことはできない。特に面発生乾雪表層雪崩と分類されるものには新雪、吹きだまり、弱層が発生起因となっている3種類が報告されている。雪崩対策や雪崩管理のために雪崩の危険を評価する基礎となる雪崩発生起因を分類し、図9-2に示す。頻度としては、新雪起因の雪崩が最も多く、北海道の道路雪崩の6割を越える。発生頻度が多いことと、雪崩予防柵をすり抜ける場合もあり、道路では最も注意を払う必要がある。

発生起因	件数(%)
新雪	27(61.4)
吹きだまり	8(18.2)
弱層	1(2.2)
融雪	8(18.2)

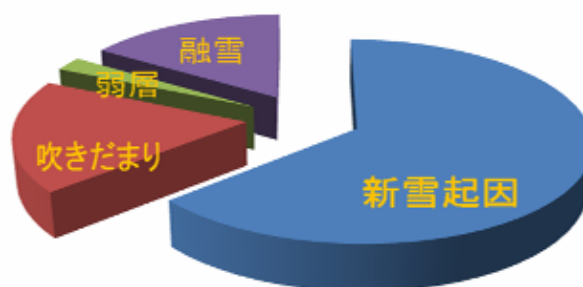


図 9 - 2 雪崩発生起因と発生頻度

また、頻度は新雪起因の雪崩ほど多くないが、積雪深の時間変化を見ているだけでは危険度を推定できない。吹きだまり起因の雪崩は、表層雪崩だけでなく全層雪崩になることもあるうえ、北海道の道路雪崩で発生規模が大きなものは、吹きだまり起因の雪崩であることに留意する必要がある。吹きだまり起因の雪崩危険度推定には、気温や局地的な風を考えなければならない困難さがある。ただ、吹きだまりの種類や量、積雪表面の状況は風の履歴を表しており、それらを注意深く見ることができれば、風速計では得られない情報も得られる。

9 . 4 道路雪崩の種類

道路に被害をもたらした道路雪崩（４４件／１２年）は５種類あるが、種類は同じでも発生起因などの状況が異なる場合もある。道路雪崩を雪崩の種類と発生起因によって整理する。

9 . 4 . 1 面発生乾雪表層雪崩

面発生乾雪表層雪崩の主な発生起因には次の３種類がある。

（１）新雪の崩落、新雪雪崩（２１件、４４．７％）

勾配３５度を超える古く硬い雪やあらが積もった斜面に、短時間で４０cm以上の新雪が積もる場合に多いが、４０度を超える急斜面では２０～２５cmの新雪で発生した例もある。最近、最も発生事例の多い雪崩である。短時間に複数個所で発生し、雪崩柵をすり抜ける特徴がある。写真９－１と写真９－２にそれらの事例を示した。

（２）吹きだまりの崩落（８件、１８．２％）

吹雪時の稜線風下には吹きだまりが形成される。この吹きだまりは新雪同様に脆く大量に積もると崩落し雪崩となる。発生区が道路から見えないので予測し難く、発生区からの距離が長いと走路に積もった雪を巻き込み雪の量を増して道路に達するので、規模が大きいものが多い。新しく出来た吹きだまりは、脆い雪で、雪崩予防柵をすり抜けた事例もある。２００８年に吹きだまり起因の表層雪崩は国道２３８号稚内で２件あり、国道４５３号支笏湖畔でも発生し、最近増加している。

写真 9 - 3 は美幌峠の雪崩であり、9 . 6 で紹介する石北峠の事例と共に規模が大きかった。



写真 9 - 1
短時間に 31 カ所で道路を埋めた事例



写真 9 - 2
雪崩予防柵をすり抜けた事例



写真 9 - 3
稜線風下の吹きだまり崩落による雪崩



写真 9 - 4
弱層起因の雪崩とデブリ

(3) 弱層の崩壊によって発生する雪崩 (1 件)

冬山登山者が最も警戒するのは斜面の弱層の有無である。道路雪崩では意外に発生事例が少ない。弱層が確認された道路雪崩の事例は美幌峠で発生した写真 9 - 4 の 1 件だけである。発生した斜面は植生のない山岳自然斜面で一般の道路法面とは異なる特殊な例といえそうである。デブリは新雪から時間を経た粒子が互いに結合し合った板状の層になった雪で、大きなブロック状のデブリ形状からもそれが分かる。新雪雪崩や吹きだまりの崩落など、雪粒子の結合が進む前の柔らかい雪による雪崩をソフトスラブ雪崩と言うのに対し、この雪崩は板雪崩やハードスラブ雪崩とも言う。

9 . 4 . 2 面発生乾雪全層雪崩、新雪雪崩 (7 件、 15 . 9 %)

それまで雪が積もらなかった勾配 45 ° 以上の急斜面に大量の雪が積もり、雪崩が発生する場合、斜面地盤上の積雪全体が崩れ全層雪崩になる。最近の気象変化により、それまで雪の積もらなかった急斜面にも積もるような (安息角の大きい) 結晶形の雪が降り、大量に積もって全層雪崩になっていると考えることもできる。普段、雪の積もらない急斜面は、無防備のままのことが

多いので、このような急斜面でも大雪時の新雪が積もると全層雪崩になるので注意して点検する必要がある。このように滑り面が積雪層の間にあるか地盤にあるかとの違いで表層か全層かに分かれるが、積もったばかりの雪が雪崩を起こす現象や発生機構は表層雪崩と同じであり、これも新雪雪崩でありここでは表層・全層を区別しないで新雪雪崩と呼ぶことにする(写真9-5)。積もったばかりの新雪は雪粒子間の結合力が弱く崩壊して細かい雪粒子の状態で流れるように落下する



写真9-5 新雪(全層)雪崩の走路とデブリ

ため雪崩予防柵をすり抜けやすい。既存の雪崩柵は新雪雪崩の発生を防ぐ多少の効果はあっても、流れている雪を止めることはできない。道路雪崩に新雪雪崩が多いのは雪崩柵をすり抜けるためである。

9.4.3 融雪によって発生する面発生湿雪全層雪崩(5件、11.3%)

大雨や急激な温度上昇が数日続くなど、地面に接する部分の雪が十分に水を含んで流動化してその上の積雪全体が滑落する雪崩である。切土法面で発生する小規模なものから、尾根の近くで発生し沢や渓谷を流下し道路に達する規模の大きな雪崩もあるが、それらの多くは覆道(スノーシェッド)で対策されてきた。また、雪の結合が強い板状の積雪層であり、切土に設置した雪崩柵が有効に働くため発生件数は少なくなる傾向がみられる。

(1) 法面全体の雪が滑った例

それらの中で稀な例として、記録的な積雪に加えて雪崩発生の日前から降雨と+5以上の高温が続き切土法面全体の雪が滑った雪崩の例(2005年3月23日)を紹介する。この法面は雪崩柵や小段を設けない代わりに、雪崩の発生を防ぐために、法面を1:2(約26度)の緩勾配にした切土である。雪崩の先端は全層雪崩が到達する目安となる見通し角24°にほぼ等しくなる位置まで滑っていた(写真9-6)。右の写真の先端には雪に水平な縞模様がみられ路側の雪堤が厚く除雪されていたことを示している。路側の雪堤は法面の雪を抑える働きをするが、この場合は除雪によって抑えが外されて雪崩が発生したものと考えられる。このように法面の全層雪崩は路側雪堤の除雪で抑えを切ったことが発生要因になっている例が多い。



写真 9 - 6 面発生湿雪全層雪崩の法面正面（左の写真）とデブリ側面（右の写真）

（２）雪崩柵の最下段から発生する雪崩

雪崩柵の斜面側の雪は柵で止められて下側の雪はグライドによって亀裂（クラック）ができて、上下の雪が積雪深より高い雪崩柵で分断されることで雪の引っ張り支持力が働かなくなり、雪崩柵の最下段の下は雪が滑りやすくなる。斜面と雪の摩擦は水を含むと小さくなり、かろうじて路側の雪堤が抑えとして働いている。平成 19 年の本活動報告書（その 3）に写真で示したように、除雪によって雪堤が除雪され抑えが外れて滑る例が少なくない。小規模なことから災害事例としての報告は少ないが発生頻度は高く対策が必要である。

（３）小段のある法面からの面発生全層雪崩の発生例（１件）

小段は雪崩防止階段工に準じた働きをする。そのため小段のある法面からの全層雪崩の発生例はなかったが、国道 224 号中山峠で平成 16 年 2 月 23 日に 80mm を超える季節外れの大雨と暖気によって、雪の薄い小段の肩の部分に亀裂（クラック）が入り、下から 2 段の法面の雪が流動化して雪崩となった。当時工事中の道路には達せず災害事例とはならなかったが、雪の積もっている時に大雨が降ると小段があっても全層雪崩が発生することを示したものである。

9.4.4 その他の融雪期の雪崩（２件）

面発生湿雪表層雪崩と点発生湿雪表層雪崩が各 1 件報告されている。いずれも北海道では報告のなかった雪崩である。前者は急斜面で硬い旧雪の上に積もったみぞれから水を含んだ降雪に変わって積もった雪が、前からあった雪の上を移動したもので雪崩柵をすり抜けて道路に達した。もう一つは点発生湿雪表層雪崩であり唯一の例が報告されている。一般に点発生雪崩は非常に小さく災害をもたらすことは稀であるが、この例も小さい点発生雪崩が連続的に幾つも発生したため路側から道路にはみ出したものである。いずれも希少な例であるが、気象変化が温暖化に進むと北海道でも警戒を要するものと考えられる。

9.4.5 特に対策が必要な雪崩

雪崩を起因によって分類すると、１）新雪（65.9％）、２）吹きだまり（18.2％）、３）融雪（11.3％）の３種類については発生数が多く対策工の検討が必要である。その他については、稀にしか起きない特殊な気象条件での発生であり発生箇所を特定することは難しいので、雪崩管理で対応する方が現実的と考えられる。次に雪崩対策工について検討する。

9.5 雪崩対策工の実態（限界と課題）

最近の道路雪崩災害の約60%は何らかの雪崩対策工が行われている（道路管理技術委員会活動報告書（その3））。その59件中33件はすり抜け雪崩であるが、これまで経験したことのないような異常気象による、対策工の設計限界を超えた防雪容量不足等がみられる。その実態例を述べる。

9.5.1 雪崩予防柵

雪崩柵は切土法面を中心に最も多く施工されている雪崩対策工である。特に全層雪崩の発生を予防し、特に融雪期の全層雪崩防止効果大きい。厳冬期でも新雪以外のハードスラブ雪崩、例えば弱層起因の表層雪崩や全層雪崩などを防ぐことができる。しかし、最近は雪崩柵をすり抜ける雪崩が発生するようになった。写真9-2や写真9-7のように発生区に設置してある雪崩柵の支持面や柵間をすり抜けるように流れ下ることからすり抜け雪崩とよばれるようになった。雪崩柵をすり抜けて道路に達した雪崩が初めて報告されたのは、平成10年に天馬街道で発生した新雪雪崩であった。

最近では毎年のように報告されているので、平成10年まで北海道ですり抜け雪崩が全く発生していなかったとは考え難い。雪崩柵の設置個所で発生しなかっただけか、単に気がつかなかっただけの可能性もあるが増加傾向にある。

一般に新雪雪崩が柵をすり抜けた場合をすり抜け雪崩と呼んでいるが、その他にも、吹きだまり起因の雪崩やみぞれ混じりに積もった新雪がシャーベット状態になってすり抜ける面発生や点発生の湿雪表層雪崩もそれぞれ1件報告あり、写真9-8にその例を示す。また小規模で道路に被害を与えないのでここでは取り上げないが、スラフと呼ばれる厚さ数cm以下の点発生乾雪表層雪崩も雪崩柵をすり抜ける。



写真9-7 新雪によるすり抜け雪崩事



写真9-8 雪崩柵をすり抜ける点発生湿雪表層雪崩

9.5.2 覆道（スノーシェッド）の課題（端部を塞ぐデブリ）

覆道は沢・渓谷など道路を横切る雪崩の走路に設置して道路を庇状に覆う構造物である。発生した雪崩は覆道の上を走り抜けるので、広い発生区から走路が狭まった沢等の箇所では効果的である。しかし、写真9-9のように走路から溢れた雪崩が出入り口を塞ぐことがある。

写真の例は、道路から距離のある稜線の下からの吹きだまり起因の雪崩であるが、浅い沢状地形に予想以上の雪が集中したためにあふれ出た雪が走路である覆道を外れてデブリとなったと推定される。結果的には覆道の幅が短かった例であるが、他にもこのような例がある。植生や地形の変化、覆道の上に無積雪期に堆積した土砂や流木のデブリがある場合は雪崩の走路が変わって覆道端部に流れることもある。



写真9-9 覆道の出入り口を塞ぐデブリ

9.5.3 雪崩防護工の限界を超えた雪崩（防雪容量）

件数は少ないが道路の手前でせき止める目的で設置した減勢工や土塁の防雪容量を超えて道路に達する大規模な雪崩も発生している。

写真9-10は、低温、強風下で28時間に120cmの降雪が道路テレメータで記録された時に発達した雪庇の下に形成された吹きだまりが平成18年3月29日に崩落した日勝峠での雪崩である。雪崩は急勾配の樹木の少ない浅い沢地形を下り、道路脇のコンクリート基礎に設置された防護柵を倒して道路に達し情報板を根こそぎ倒した大規模なものであった。事前に通行止めにしたことで被害は一部の道路施設が破損しただけであった。稜線から走る白く植生の少ない2本の沢が交わる箇所がより雪崩発生危険度が高いことから、写真9-10の右端下にバッフルピア型の減勢防護工が設置してあった。雪庇や吹きだまり形成が風向によって大きく異なることも示した例である。このように吹きだまり起因の雪崩はどこにどの位の規模で発生するかを予測することは難しい。今後の気象変動を勘案すれば吹きだまり起因の雪崩を対象とした雪崩管理が重要になる。

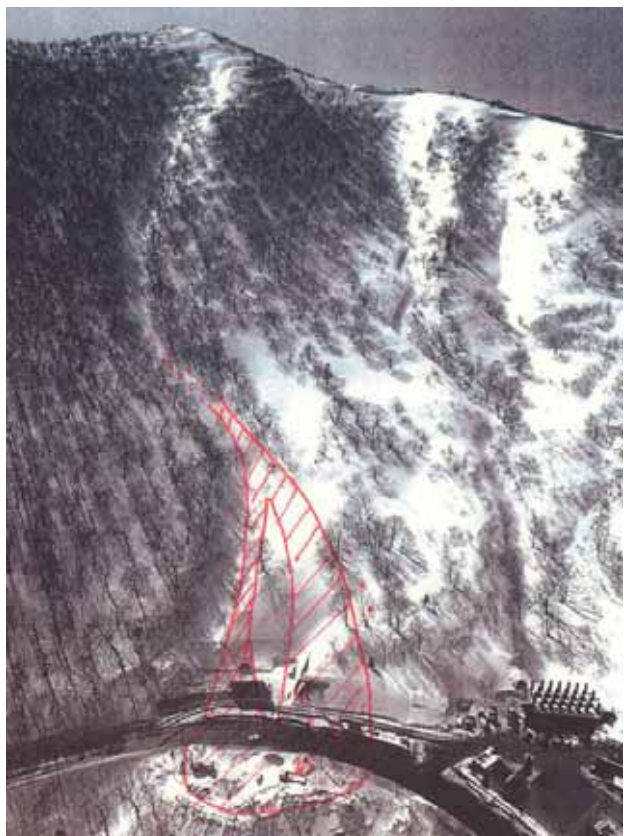


図9-10 防護柵を越え情報板をなぎ倒した雪崩

9.5.4 まとめ

道路雪崩は、対策工の施工個所での被害が少なくない。その原因は、１）雪が積もったことの無い急斜面に大量に積もった、２）雪崩柵をすり抜ける雪質の大量降雪、３）対策工の防雪容量を超えた降雪等、経験したことの無い異常気象の発生によるものである。１）と２）は雪質の、３）は量の問題である。今後も異常気象の発生に備える必要がある。最も多く施工されている雪崩柵については、すり抜け雪崩対策以外にも、３０年確率積雪深が原則とされている（設計要領）柵高の問題がある。柵高が積雪深より高いと単純に雪崩を防ぐと考えやすいが、最下段からの雪崩を促し、高過ぎると転落しやすい雪庇・冠雪を形成する。

また、既設の雪崩柵は全層（ハードスラブ）雪崩（最下段からの雪崩を除く）には確実に効くが、柵高を上げてもしり抜け雪崩など新雪雪崩のようなソフトスラブ雪崩を確実に止めるものではないことが分かってきた。最近は景観や経済性から雪崩柵の柵高について問う意見もある。また、すり抜け対策工には雪崩柵の支持面をメッシュでカバーしたものや支持面の隙間を狭め雪が流れ難くしたものが考案されている。以上のような課題は今後の雪氷ワーキンググループの課題である。

9.6 雪崩危険度判定の現状と課題

道路管理技術委員会活動報告書（その３）でも紹介したように、北海道内の国道でも可能な場合には、雪崩が発生する前に道路を通行止めにし、安全確認後通行止めを解除している。しかし、気温が低く風が強い場合には、風を考慮していない乾いた新雪雪崩を想定したこれまでの危険度判定では、不十分で雪崩の危険を見逃す場合もあり、先に写真 9 - 10 で示した事例と共に、北海道の大規模雪崩が吹きだまりによる場合が多いことに注意を喚起したい。

気象条件の空間的、時間的な予測精度の向上はめざましく、気象予測情報が雪崩の危険度判定に不可欠ながら、それだけでは国道に影響のある雪崩発生の事前規制に使える精度には至っておらず、研究開発途上にある。

9.6.1 2004年1月13日から1月15日にかけての気象条件と道路

一般国道 39 号石北峠では、降雪が止んでから 1 日後の 2004 年 1 月 15 日の朝、デブリ量 3,000 m³ の雪崩が発生した。道路周辺の雪の様子から、吹きだまりによる雪崩であることは分かったが、複数の最寄り道路気象テレメータの風は 5 m/s 以下で弱かった。後で、更に現場に近い大雪ダム管理所の風の記録から、この雪崩が間違いなく吹きだまりによることを確かめた。雪崩発生までの資料を添え、吹雪が関与する雪崩危険度推定に向けた一歩として記録に残したい。

2004 年 1 月中旬、日本列島を挟む低気圧が北海道南岸で一つになり、低気圧の中心示度、964 ヘクトパスカル (hPa) と一日で猛烈な台風並に発達した。この低気圧の東側には、優勢な高気圧があり、低気圧の進路を阻んだため道東の風や降雪が長く続き、この地域の交通網に大きな影響を与えた。

この間の天気図を図 9 - 3 に示した。図の上段が各 1 日前の予想天気図、下段が当日同時刻の実況天気図であり、低気圧の発達過程や移動経路がほぼ予測できている。急速に発達しながら北海道に接近した低気圧の湿った南風で、-17 ~ -18 だった石北峠の気温は -5 前後まで上が

り、13日夜までの新たな降雪の深さが三国峠では50cmを越え、一般国道273号や39号が層雲峡から三国峠・石北峠の間で雪崩発生危険のため事前通行止めになった。

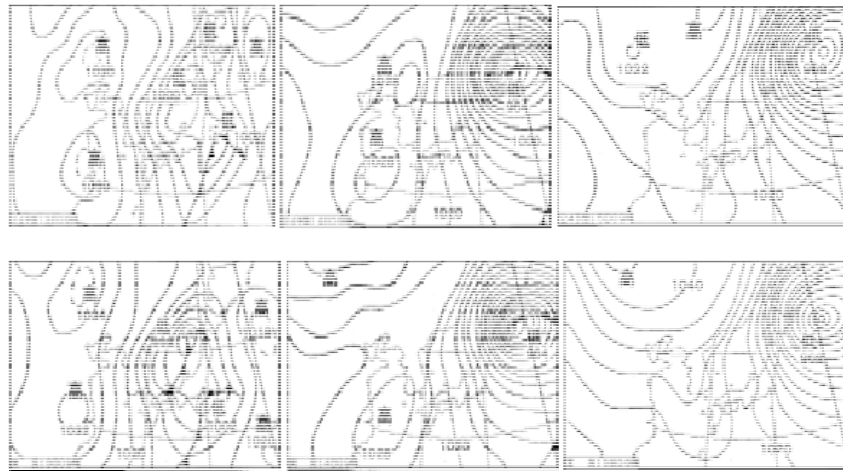


図9-3
1月13日 1月14日 1月15日
2004年1月、朝9時の予想(上段)、実況(下段)天気図

この場所は、層雲峡から三国峠や石北峠への国道で、図9-3の天気図から、低気圧通過前は暖かな南風、通過後は寒い北風の影響を受けることが分かる。低気圧は湿った南よりの暖かな空気を運び、図9-4に示すように、三国峠でも気温は-10以下から-3近くまで急に上昇し、13日朝から夜までの間に50cmを越える新たな雪を積もらせた。

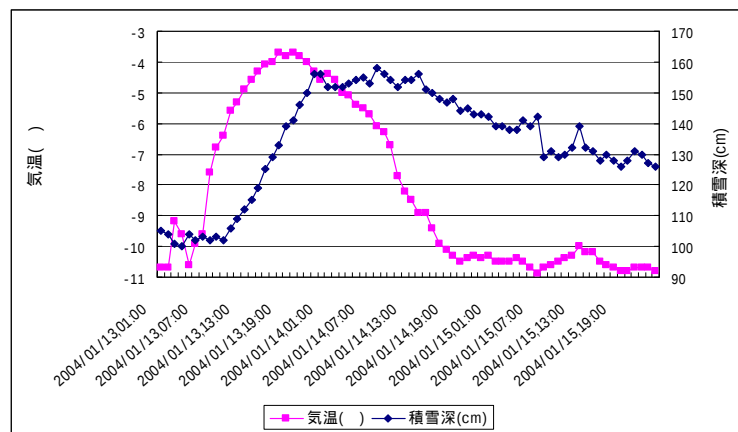


図9-4 三国峠の気温・積雪深の変化

低気圧通過後は、気温が再び-10以下まで急に下がると共に積雪深が30cmも減っており、風で飛ばされた可能性がある。層雲峡～石北峠・三国峠の間が通行止めになっていた2004年1月15日、早朝の道路パトロールでは異常が無かった大雪ダム沿いの一般国道39号78.7kpで、午前8時過ぎに雪崩堆積量3,000m³の雪崩が発生した。

写真9-11は、左側法面から落ちた道路上の雪崩堆積状況で、右側の雪堤を乗り越えた雪はダム湖に達していた。雪が落ちた道路左側よりも右側により多くの雪が堆積していること、その雪も膝までしか埋もれない程度に圧縮されてことなどから、道路へ落ちた雪の勢いが想像できる。

写真9-12は、写真9-11とほぼ同じ場所を背にして、層雲峡方面を望んだ写真である。写真左側のダム湖から吹き上げられた風が道路左端の雪堤ではがれ、凍結したダム湖の上を運ばれて来た雪は、道路に沿い、層雲峡方面に向かい写真奥まで連続した雪庇を形成していることがわかる。



写真 9 - 1 1 道路中央から石北峠方面を望む



写真 9 - 1 2 左のダム湖からの吹き上による雪底

9.6.2 3,000 m³の雪崩の発生原因について

9.6.1の事例は、雪崩の危険があると判断され事前規制していた間に発生した雪崩であり、幸い人や車への被害は無かったが、今後の雪崩危険度判定精度改善に向け発生原因を考えたい。

雪崩発生点に近い道路気象観測点（R39、カルシュナイ、雪崩現場から石北峠側へ2 km）の積雪深と雪質の変化を、図9-5に示した（西村・他、2008）。1月13日夜から14日夕方までに40 cm近い雪が降り、図に示したように積雪層中の安定度が、14日の朝には2.5より小さくなり、小規模な雪崩発生も報告されている。道路法面としては大規模な3,000 m³の雪崩が1月15日午前9時前に発生した。

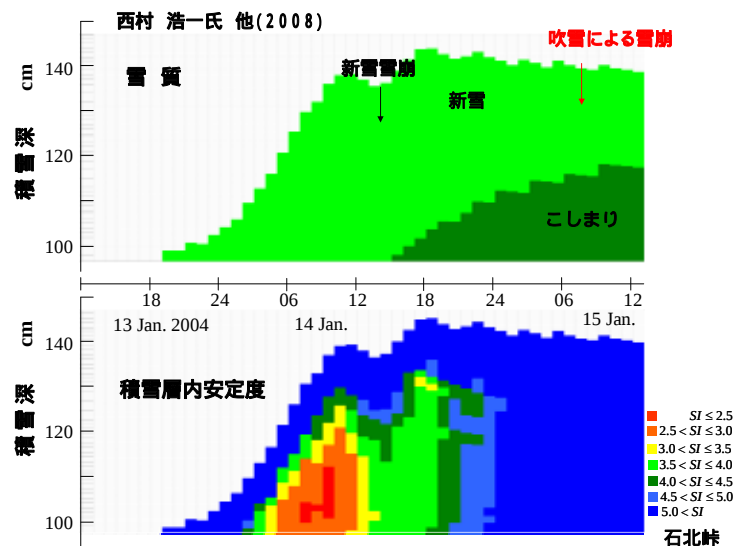


図9-5 積雪深、雪質、安定度（SI）の変化（西村浩一、他2008）

すでに新たな降雪は止み、積雪層の中では新雪が、こしまり雪へと、雪崩が起きにくいより安定な方へ性質を変えていると推定されている。しかし、写真9-11や写真9-12で見るような雪崩がおきた。写真9-12の雪底から、風の関与が考えられたが、現場から風下の石北峠側にあるカルシュナイ道路気象テレメータでは、強風は観測されていなかった。現場により近い、石北峠とは逆方向に約1 km 風上の大雪ダム管理所が風速を観測しており、それらを図9-6に示した。

風速は、毎正時に至る10分平均値を示しており、1月14日早朝から急に、大雪ダム管理所で10 m/s を越える強風が吹き初めていることが分かる。この強風は15日未明にかけ、やや弱くなっているが、その後も - 10 では吹雪を継続させるには充分の8 m/s 前後の強めの風が継続していた。

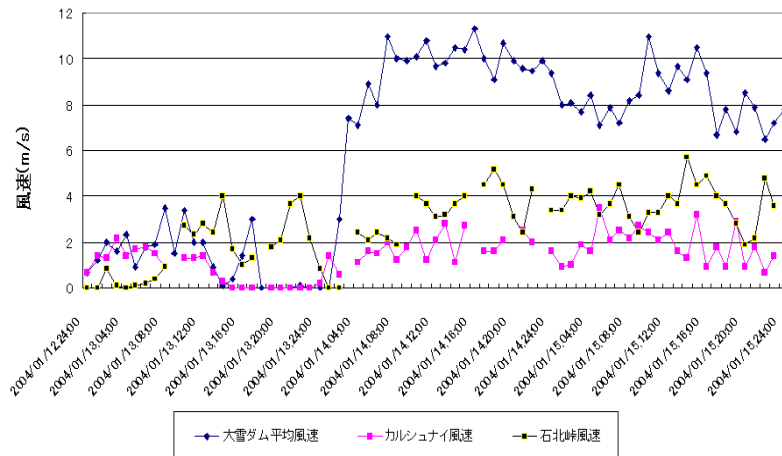


図 9 - 6 現場周辺の 10 分間平均風速の時間変化

風向は図 9 - 3 の天気図からも推測されるように、南寄りで暖かったが、14 日に低気圧が北海道を通り過ぎると北寄りへ変わり、気温を - 10 近くまで急に下げ、強い風で 13 日に降った新雪を吹き飛ばす吹雪を継続させられる風の強さである。積雪表面に新雪があり、低温に強い風が伴い、斜面上で作られた吹きだまりが雪崩発生を促した可能性がある。雪崩発生斜面は、勾配 50° 近い急斜面の斜面上部で傾きが緩くなり、下からの風がはがれやすく吹きだまりができやすい。



写真 9 - 13 雪崩発生直後の雪崩発生点付近の法面

また、ダム湖沿いを通る山岳道路であるため、風は吹き上がるだけでなく斜面を這うように斜めにも吹く。現地ではそうした山岳道路特有の複雑な風により運ばれた雪が、斜面横方向にも吹きだまる。写真 9 - 13 は、そうした吹きだまりの残りと、雪が落ち、地山に見える斜面である。雪崩予防柵を乗り越えてデブリが道路を越えてダム湖に至っていたが、デブリの名残が雪崩予防柵の上に残っているのが分かる。現在、この区間には雪崩予防柵が増設され安全が図られている。

9.6.3 まとめ

層雲峡から三国峠や石北峠に至る国道沿いの雪崩の大部分は新雪雪崩であるが、ここで紹介したように、降雪が止み 1 日経った後で吹雪に起因する雪崩もある。そうした雪崩の危険度を的確に把握するには、道路気象テレメータはもとより、大雪ダム監視所の風の記録も不可欠であった。

ただ、雪崩が起きた後で、関連資料から雪崩発生を論ずることはできても、どの程度の吹雪がどれくらい続いたら、どこがどの程度危険になるかを、事前通行規制が可能な程度に精度良く予測できることを目指し、道路管理者や研究者・技術者との連携を強めたい。

9 . 7 雪崩対策のこれから

北海道の道路雪崩の実態を明らかにしながら、雪崩予防柵からのすり抜け現象や、地域や雪崩の種類は限定的であるが、一般国道で雪崩の事前規制を日常的な道路維持管理体制の中で実現するなど、新たな発見や試みを実現してきた。

今後は、雪崩柵の高さや構造について、設置基準の来るべき改定時に提言できる水準まで完成度を高める必要がある。また、雪崩事例や技術資料を携え、雪崩発生機構や発生危険度の研究分野とも連携し、より普遍的な雪崩発生しやすさの目安に発展させる必要がある。それらの基礎は、解析に耐える雪崩対策施設管理資料と、同じ場所や種類の雪崩でも毎回違う、危険度判定や対応事例など現場に即した事例資料の蓄積と教訓の体系化である。