Japan Society of Engineering Geology

34. 融雪期における道路斜面災害の発生要因について

The factor of road slope disasters in Hokkaido during snowmelt period

○矢島良紀，倉橋稔幸（寒地土木研究所）
Yoshinori Yajima，Toshiyuki Kurahashi

1. はじめに

積雪寒冷地では融雪の影響により，無降雨やわずかな降雨でも斜面災害が発生することがあり，道路管理上の課題となっている．しかし，融雪斜面災害の特徴や発生要因については十分な整理がなされておらず，不明な点も多い．また，降雨に対する道路管理指標としては，連続雨量が広く用いられているが，融雪に対してはそれを考慮した道路管理指標はもとより融雪水の定量的評価法も確立されていないのが現状である．

矢島ら(2014)は融雪を考慮した斜面災害発生指標として，北海道の国道 230 号中山峠周辺では，積算温度法の一つである Degree-Hour 法による融雪量の推定と土壌雨量指数の組み合わせが有効であることを示した[1)]が，融雪係数の場所や年による変化や他地域への適用性，積雪密度の設定など，課題も残されている．

そこで，本研究では災害履歴をもとに融雪期の国道斜面災害の特徴や発生の誘因等に関する分析をおこなうとともに，上述した融雪量推定に関する課題を解決する目的で，現地観測データをもとに融雪係数の補正に関する地点要素の分析をおこなった．

2. 融雪斜面災害履歴の分析

2.1 融雪期における表層崩壊の誘因分析

融雪期における道路斜面災害の特徴を把握するため，寒地土木研究所の国道斜面災害履歴データベースを用いて分析をおこなった．これには 2013 年までに主に北海道の国道で発生した 608 件の斜面災害発生記録が収録されており，通行止めを伴わない比較的小規模な災害も含んでいる．今回は，融雪水の影響を受けやすいと推測した表層崩壊を対象とした．対象災害数は 208 件であり，このうち 3～5 月の融雪期に発生した災害は 64 件と約 3 割を占めている．

融雪期における表層崩壊発生の誘因分析結果を図-1 に示す．融雪が 41%を占め最も多くなっている．また融雪に降雨が加わって崩壊を起こしているものが 12%，積雪によるグライドが 2%となっており，これら積雪寒冷地特有の誘因が 50%以上を占めている．その他，積雪や経年劣化によってトラフ等が破損して排水不良となり，表流水が斜面に集中してしたために崩壊が生じた事例も複数記録されている．

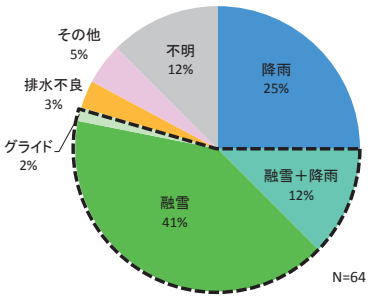

図-1　融雪期における表層崩壊の誘因

2.2 表層崩壊発生時の土壌雨量指数

表層崩壊 208 件のうち，発生時が不明な事例，降雨または融雪以外の誘因による事例を除いた 159 件について，融雪水の影響も考慮して発生時の土壌雨量指数を算出し，気象庁が公表している土壌雨量指数の大雨注意報・警報発令基準値と比較した．その結果を図-2 に示す．非融雪期では 80%が注意報基準値以上で発生しているのに対し，融雪期は 40%が基準値未満で発生しており，融雪の影響を考慮した上でも，融雪期は低い土壌雨量指数でも崩壊が発生していることがわかる．これは，融雪期は背後斜面から融雪水が断続的に供給されることや，凍結融解等により表層がゆるみ崩壊が生じやすくなっていることも要因の一つと考えられるが，今後，更に詳細な分析が必要である．

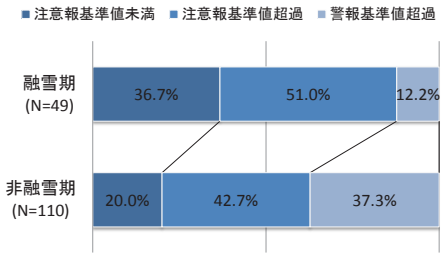

図-2　表層崩壊発生時の土壌雨量指数と基準値の比較

2.3 表層崩壊発生と事前通行規制の関係

北海道の国道には 19 の事前通行規制区間があり，連続雨量で 60mm～160mm が規制基準値として設定されている．ここでは表層崩壊 208 件のうち，発生時が不明な事例や地震を誘因とする事例を除外した 186 件を対象に事前通行規制との関係について分析した．

分析結果を図-3 に示す．対象とした 186 件のうち，83%にあたる 154 件が通行規制区間外で発生した．また，6%（12 件）が特殊通行規制区間内で発生しており，事前通行規制区間内の発生は全体の 11%（20 件）である．また，事前通行規制区間内の発生に着目すると，非融雪期では 8 割が規制基準値以上の連続雨量で発生しており，規制基準値未満での発生事例は 2 割に過ぎないが，融雪期ではその多くが規制基準値未満の

NII-Electronic Library Service

連続雨量で発生していた．

このことは，融雪期の斜面災害に関してはこれまでの降雨だけを対象とした指標ではなく，融雪の影響を考慮した道路管理指標を構築する必要があることを示している．ただし，ここで示した災害は，実際には対策工で捕捉されるなど通行止めを伴わない事象も含んでいるため，規制外での発生が全て見逃し災害となるわけではない．

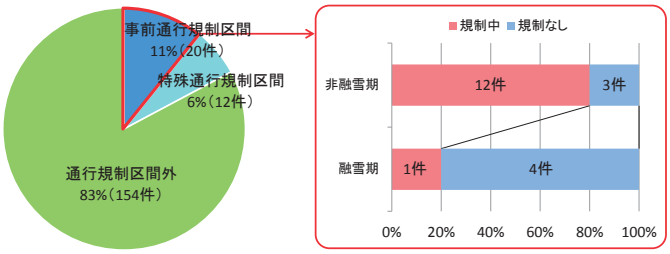

図-3　表層崩壊の発生と事前通行規制の関係

3.　モデル地区における融雪量推定手法の精度向上

融雪量推定手法の精度向上のため，2015 年の融雪期に国道 230 号中山峠周辺（札幌市南区定山渓）の 12 地点で定期的な積雪観測をおこない時期・場所による密度や融雪係数等の変化の原因について分析した．調査箇所を図-4 に示す．観測地点はいずれも除雪の影響を受けない範囲で国道の近傍に設定した．観測項目は，積雪深，積雪水量（密度），気温，雪温，積雪硬度である．観測は 3 月第 1 週から消雪までの期間において 1 週間おきに実施した．

観測の結果，3 月下旬より本格的な融雪が始まり，No.1，2 などの低標高地点は 4 月下旬，No.9～12 などの高標高地点は 5 月中旬に積雪がゼロになった．積雪密度は図-5 に示すように融雪開始前の 3 月上旬は 300～350kg/m^3 程度であったが，融雪末期には 450～550kg/m^3 程度まで増加した．なお密度に関し，地点による違いに明瞭な傾向は見いだせなかった．

また，各観測結果を用いて積算温度と累積融雪深，累積融雪水量を算出し，各地点の融雪係数と融雪水量係数を求めた．結果を表-1 に示す．3 月下旬以降の期間において，融雪係数は 0.79～1.35，融雪水量係数は 2.86～4.91 の値を示し，地点ごとに差異が見られた．この差異の原因がわかれば，係数の地点補正ができるため，気温だけでどの箇所でも融雪水量の推定が可能となる．係数に影響する可能性がある要素として，湿度や風速，日射量が挙げられるが，今回は日射量に着目した．なお、同一地域での観測であるため，湿度は地点間で大きな違いはないと考える．GIS により DEM からメッシュごとの全天可視領域を解析し，太陽軌道や散乱日射との重ね合わせにより全天日射量を計算した．地点ごとの解析日射量と融雪水量係数の関係は，図-6 に示すとおり概ね良い相関を示している．このことより，融雪水量係数の地点ごとの差異は解析日射量

図-4　調査地域の概要

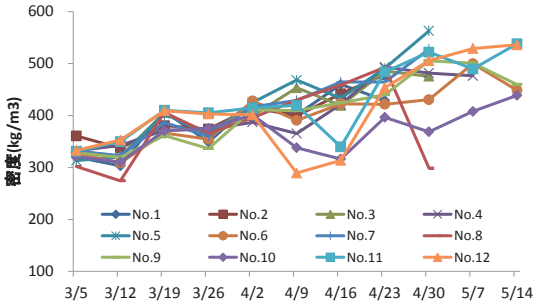

図-5　各地点における積雪密度の変化

表-1　各地点の融雪係数および融雪水量係数

地点 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
融雪係数	1.16	1.17	1.02	0.79	1.03	0.89	1.35	1.00	0.88	1.25	1.03	1.22
融雪水量係数	3.84	4.09	3.65	2.86	3.44	3.33	4.48	4.00	3.23	4.48	4.31	4.91

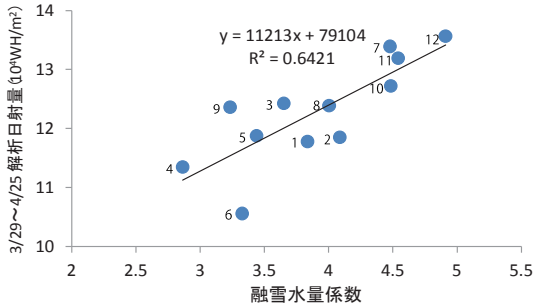

図-6　各地点における解析日射量と融雪水量係数

によって一定の補正が可能であり，係数の地点補正により融雪量の面的な推定も可能になると考える．

4.　まとめ

融雪期の国道斜面災害履歴を分析し，発生の誘因や発生時の土壌雨量指数，事前通行規制との関係などを明らかにしたほか，融雪量推定に関して，積算温度法の課題である融雪係数の地点ごとの違いに対し，モデル地区では日射量を用いることで一定の補正が可能となり，係数の地点補正が図れることがわかった．

参考文献

1)　矢島良紀，伊東佳彦，宍戸政仁,倉橋稔幸（2014）:融雪を考慮した道路斜面災害の発生評価指標の検討,平成 26 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，pp.173-174.

NII-Electronic Library Service