

雪崩発生危険度評価式の提案と評価結果の地図化

Avalanche risk evaluation model and its mapping

秋山 実 [1]

Minoru Akiyama[1]

[1] JACIC

[1] JACIC

一般に、雪崩は急勾配で低木林やまばらな植生の斜面で発生しやすいことが分かっているが、雪崩の発生危険度を定量的に評価するのは簡単ではない。従来雪崩の発生危険度評価は、傾斜角、積雪深、植生を説明変数として点数化し、合計点から危険度を判定している。

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震で全村避難の被害を受けた旧山古志村では、2004年から2005年の冬季には大雪に見舞われ、2,000箇所以上に及ぶ雪崩が発生している。この地域では、地震の被害把握やその後の河道閉塞対策、豪雪対策などの目的で、空中写真や航空レーザ測量データの取得が繰り返し実施され、積雪量の計測や雪崩の判読なども面的に実施されるなど、不完全とはいえ他の地域に比べればはるかに豊富なデータが揃っている。

そこで本研究では、2004~2005冬季の旧山古志村芋川流域を対象に、雪崩発生率と、斜面傾斜角、土地被覆、地形的特徴などの説明変数との関係を定量的に分析した。その結果、従來說明変数として用いられていた積雪深は、雪崩の要因としての寄与よりは、結果の反映と考えられ、説明変数からは除外した。定量的説明変数である斜面傾斜角の寄与については、雪崩発生率を斜面傾斜角の関数として表せること、定性的説明変数である土地被覆と地形的条件（筋状地形及び崩壊地形）の寄与については、斜面傾斜角の関数に対する係数倍として表せることなどが明らかとなった。

雪崩は、積雪加重の斜面方向の成分が、すべり面における動摩擦力を超えた状態にあるとき、何らかの付加外力で最大静止摩擦力を超え、積雪が滑り落ちる現象と捉えられる。すべり面は、全層雪崩の場合は地表と積雪との境界面、表層雪崩の場合は積雪層間の境界面である。動摩擦係数と最大静止摩擦係数は、すべり面の物性や固着性によってローカルに決まる値で、全層雪崩では植生密度や地表の凹凸、土壌の硬さなど、表層雪崩では、積雪層間の固着性などが関係していると推定され、自然地形では広い分散を持った値をとると考えられる。滑り落ちる力が動摩擦力より小さければ積雪は安定であり、最大静止摩擦力より大きければ積雪後直ちに落雪してしまうため雪崩は発生しない。この中間の不安定な状態では、滑り落ちる力が最大静止摩擦力より小さいため積雪が保持されているが、一旦なんらかのきっかけで滑り始めると、動摩擦力よりも大きいため滑り続け、積雪深が深い場合は雪崩となる。

摩擦の式から、雪崩発生の条件は傾斜角のタンジェントと摩擦係数だけで決まり、積雪深にはよらない。最大摩擦係数と動摩擦係数は、すべり面の物性で決定される値で、今回の説明変数では土地被覆と地形的特徴がこれに関係する変数である。 \tan が大きいほど滑り始めるための付加外力は小さくてすむため、落雪の発生率は大きくなる。従って、雪崩の発生率は \tan の増加とともに増加するが、大きくなりすぎると雪崩にはならない小さい積雪深での落雪も増えるため、ある点から逆に減少すると推定される。これらの推定から、傾斜角に対する雪崩の発生率を表すモデルとして、摩擦係数 \tan を変数とする正規分布関数を仮定した。

また、定性的説明変数である土地被覆（水域、森林、草地・灌木、裸地）と、地形的特徴（明瞭な筋状地形、やや明瞭な筋状地形、明瞭な崩壊地形、やや明瞭な崩壊地形、雪崩関連地形なし）の各クラス別に傾斜角対雪崩発生率のグラフを描くと、その形は全グリッドのグラフとほぼ相似で、倍率を掛ければ全グリッドのグラフにほぼ重なるように見えることから、傾斜角に対する雪崩の発生率モデル式との関係は、係数倍の乗算的關係にあると推定した。

正規分布関数のパラメータ（ピークの位置、ピークの発生率、分散）及び定性的説明変数の各クラスの係数をパラメータとして、データから最適化した評価式では、雪崩発生率との相関が0.99に達する結果が得られた。また、この評価式で各グリッドの危険度を推定し、地図化したところ、危険箇所が斜面単位で特定できるレベルまで集中しており、メリハリのきいた図が得られた。