

地形条件・樹林条件からなる雪崩ポテンシャル箇所抽出の検討
Extraction of avalanche potential sites based on
topographical factor and vegetation factor.

阿部 直樹¹⁾, 中村 一樹^{1,2)}, 上石 勲^{1,2)}
N. Abe¹⁾, K. Nakamura^{1,2)}, I. Kamiishi^{1,2)}

¹⁾ 防災科学技術研究所 気象災害軽減イノベーションセンター

¹⁾ *Innovation Center for Meteorological Disaster Mitigation, National Research Institute for earth Science and Disaster Resilience*

²⁾ 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

²⁾ *Snow and Ice Research Center, National Research Institute for earth Science and Disaster Resilience*

Abstract: In order to create avalanche hazard maps for all Japan, we tried to extract avalanche potential sites automatically by factors for topography and vegetation in Mt. Nasu area. The topographic factors are evaluated from the gradient classification from 5 m DEM maintained by the Geographical Survey Institute. For vegetation factors, high resolution satellite image is processed and evaluated from the DSM based on the forest height and coverage.

The evaluation method by combining these two factors was applied to Mt. Nasu area (Tochigi Prefecture), and a place with high avalanche potential was extracted.

Key words: avalanche potential sites, topographical factor, vegetation factor, GIS, satellite image,

1. はじめに

2017年3月27日に栃木県那須町的那須ファミリースキー場近傍で雪崩が発生し、春山登山研修中の高校生と教員が巻き込まれ、8名が死亡するなど甚大な被害が発生した。このような雪崩災害の防止・軽減には、雪崩が発生するポテンシャルが高い箇所をあらかじめ抽出し、雪崩ハザードマップの整備によって対策を講じることや、実際の積雪深に応じた特定の斜面の雪崩発生危険度を知らせるリアルタイムハザードマップの整備など、雪山の状況を捉え広く伝えることが必要である。

一方、雪崩ポテンシャル箇所の抽出には、地形条件ならびに樹林条件の把握が必要となる。一般に地形情報や樹林情報の現況を把握するためには、航空機レーザーによる測量が有効であるが、全国の雪崩ポテンシャル箇所を抽出するために新たに航空機レーザー測量を実施するためには、多大な費用が必要となることから、全国的な雪崩ハザードマップの整備は困難となっている。

そこで、本研究では、比較的安価に整備が可能な衛星画像を用いて、今回の雪崩発生箇所を含む茶臼岳を中心とした100平方キロメートル範囲について雪崩ポテンシャル箇所の抽出を試行し、検討を行った。

2. 解析方法

本研究では、まず地形条件として基盤地図情報の5mメッシュ数値標高モデル(DEM)を利用して、対象範囲の傾斜度を算出した。また、樹林条件として衛星画像による数値表層モデル(DSM)を利用して、対象範囲の植生区分と樹林高さ、植生被覆率を算出した。

次に雪崩が発生するポテンシャルが高い箇所を評価因子により得点設定し、傾斜区分図と樹木高さ別の植生被覆図から、対象エリアの傾斜評価と植生被覆率評価を統合し、雪崩ポテンシャルの高い箇所として評価した。

なお、それぞれの値の抽出と区分図および被覆図の作成には、GIS(Geographic Information System)を用い、10mメッシュ図に評価得点の埋め込み処理をおこなった。

2.1 傾斜区分の算出

那須茶臼岳を中心とした 100 平方キロメートル範囲の数値標高モデル (DEM) 5m メッシュデータの標高値に基づき, GIS を用いて 3×3 メッシュ間の変化率を計算し, 各メッシュの傾斜角を算出した. 図-1 に GIS を用いて傾斜区分を色分けして地図化した結果を示す. なお, 当該範囲の数値標高モデルは, 2009 年 6 月 2 日から 2010 年 3 月 20 日までに撮影された成果から作製されたものである.

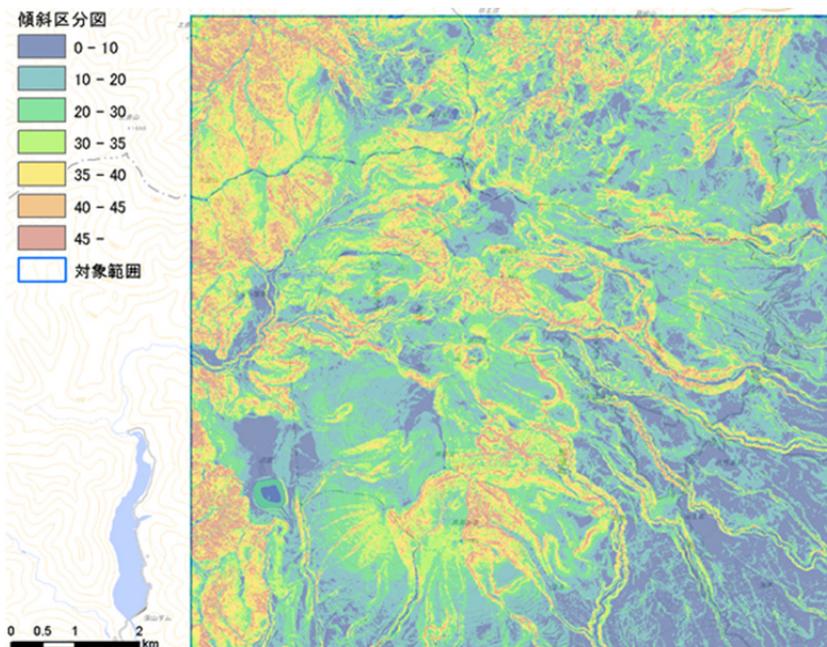


図-1 傾斜区分図

2.2 植生区分と樹林高さの算出

衛星画像による数値表層モデル (DSM) は, 米国 Digital Globe 社の World View 衛星等の画像を元に作製された「AW3D 高精細版地形データ」を利用した. AW3D は市販されている衛星数値表層モデルの中でも高精細かつ網羅性に優れており, 2m の解像度を有している. なお, 今回使用した数値表層モデルの元となった衛星画像は, 2014 年 10 月 24 日から 2015 年 12 月 9 日の撮影成果によるものである.

この数値表層モデル (DSM) と前項の数値標高モデル (DEM) との差分をとり, 樹木を含む地物の高さ (樹冠高さモデル: DCHM) を作製した (図-2). DCHM のうち 2m 以上を評価対象の植生とした. また, 対象の植生から樹高別に, 2m 以上 4m 未満 (低木相当), 4m 以上 8m 未満 (中木相当), 8m 以上 (高木相当) と植生を区分した.

各樹高による植生区分において, 処理対象から半径 10m の円内に含まれる植生に該当する面積を算出し, 円の面積から割り戻すことで植生の被覆率を算出した (図-3). 図-4 に GIS を用いて樹高区分別の植生被覆率により色分けして地図化した結果を示す.

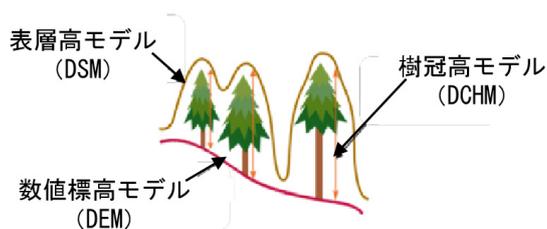


図-2 DCHM の概念図

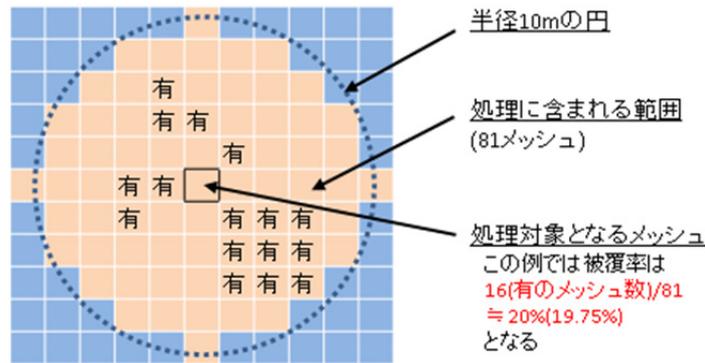


図-3 半径 10m の森林被覆率の算出概念図

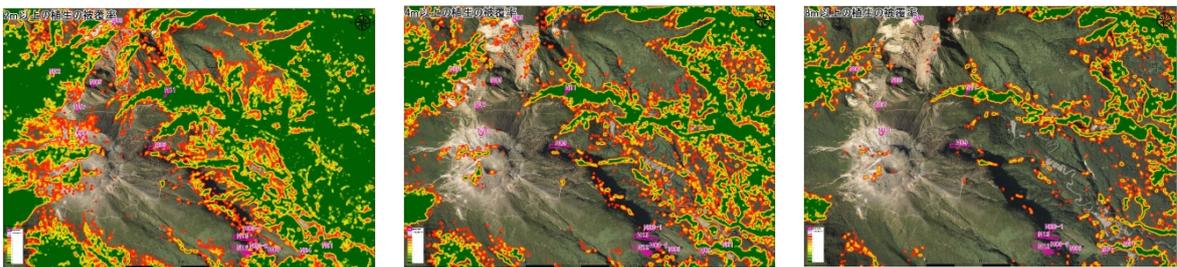


図-4 植生被覆図 (左から樹高 2m 以上, 4m 以上, 8m 以上)

2.3 評価因子別の得点設定

雪崩が発生するポテンシャルが高い箇所を評価因子により得点設定するにあたり、雪崩防災対策調査報告書（建設省，1983）の「危険度分級基準」を参考に評価得点設定を行った（表-1）。それぞれ地形の傾斜度や樹高の高さ、植生の被覆率によって得点化されていることから本得点評価表を参考とした。さらに、傾斜区分評価得点と植生被覆率評価得点を合計した値から総合危険度評価得点表（表-2）を設定し、雪崩ポテンシャルとして危険度を評価することとした。なお、雪崩防災対策調査報告書の「危険度分級基準」の得点は傾斜・植生に加え、積雪深の評価得点を合計して雪崩の危険度を評価しているが、本評価では傾斜と植生の2項目を用いて雪崩のポテンシャルを評価する。

表-1 傾斜区分と植生区分の評価得点表

要因	階級	データとの対応	得点
傾斜	30° 未満	地形データより傾斜度30° 未満の箇所	4
	30° ~40°	地形データより傾斜度30° 以上40° 未満の箇所	7
	40° 以上	地形データより傾斜度40° 以上の箇所	10
植生	裸地、草地、樹高2m未満の灌木、樹冠疎密度20%未満	森林データより樹高2m未満または被覆率20%未満の箇所を抽出	10
	疎密度20%~100%の低木 または疎密度20%~50%の中木	低木条件(森林データより樹高2m以上4m未満かつ被覆率20%以上)または中木条件(森林データより樹高4m以上8m未満かつ被覆率20%以上50%未満)を満たす箇所	9
	疎密度50%~100%の中木 または疎密度20%~50%の高木	中木条件(森林データより樹高4m以上8m未満かつ被覆率50%以上)または高木条件(森林データより樹高8m以上かつ被覆率20%以上50%未満)を満たす箇所	7
	疎密度50%~100%の高木	高木条件(森林データより樹高8m以上かつ被覆率50%以上)を満たす箇所	4

雪崩防災対策調査報告書（第8巻 雪崩対策 建設（1983））

表-2 総合危険度評価得点表

危険度	得点	評価
A	18 以上 20 以下	雪崩発生の起こりやすさが大
B	15 以上 17 以下	雪崩発生の起こりやすさが中
C	13 以上 14 以下	雪崩発生の起こりやすさが小
D	13 未満	雪崩発生の起こりやすさが極めて小

3. 評価結果

3. 1 雪崩ポテンシャル箇所の抽出

傾斜区分と植生区分の評価得点表を元に、傾斜区分図と植生被覆図について評価得点による色分類を行った（図-5、図-6）。なお、図-6の植生被覆率評価図については、樹高2m、4m、8mの被覆図をGISで空間的に統合し、1メッシュごとの評価を行うために10mメッシュ図に評価得点値の埋め込みを行った。

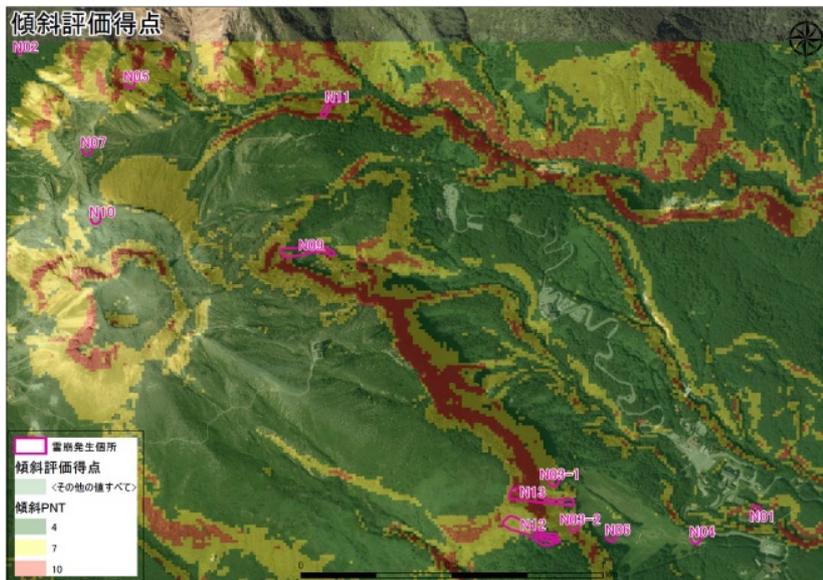


図-5 傾斜区分評価図

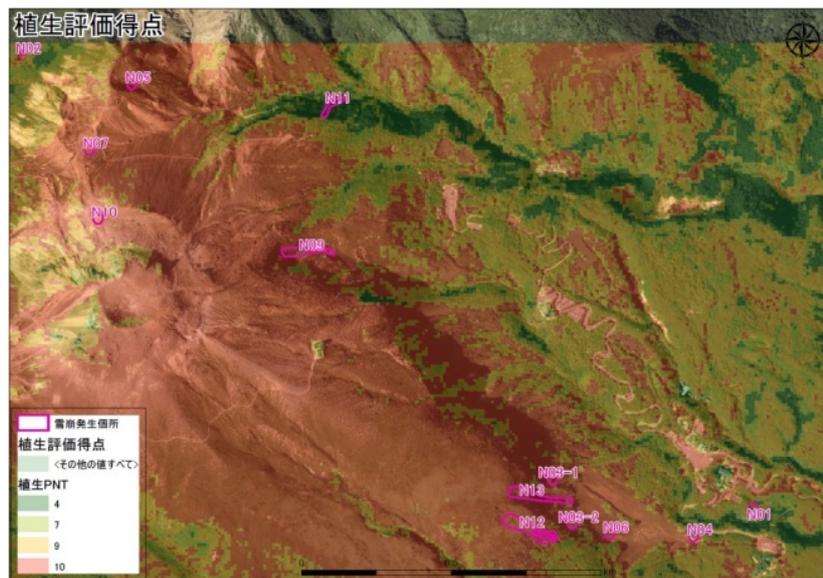


図-6 植生被覆率評価図

次に作成した傾斜評価と植生被覆率評価を統合した（図-7）。

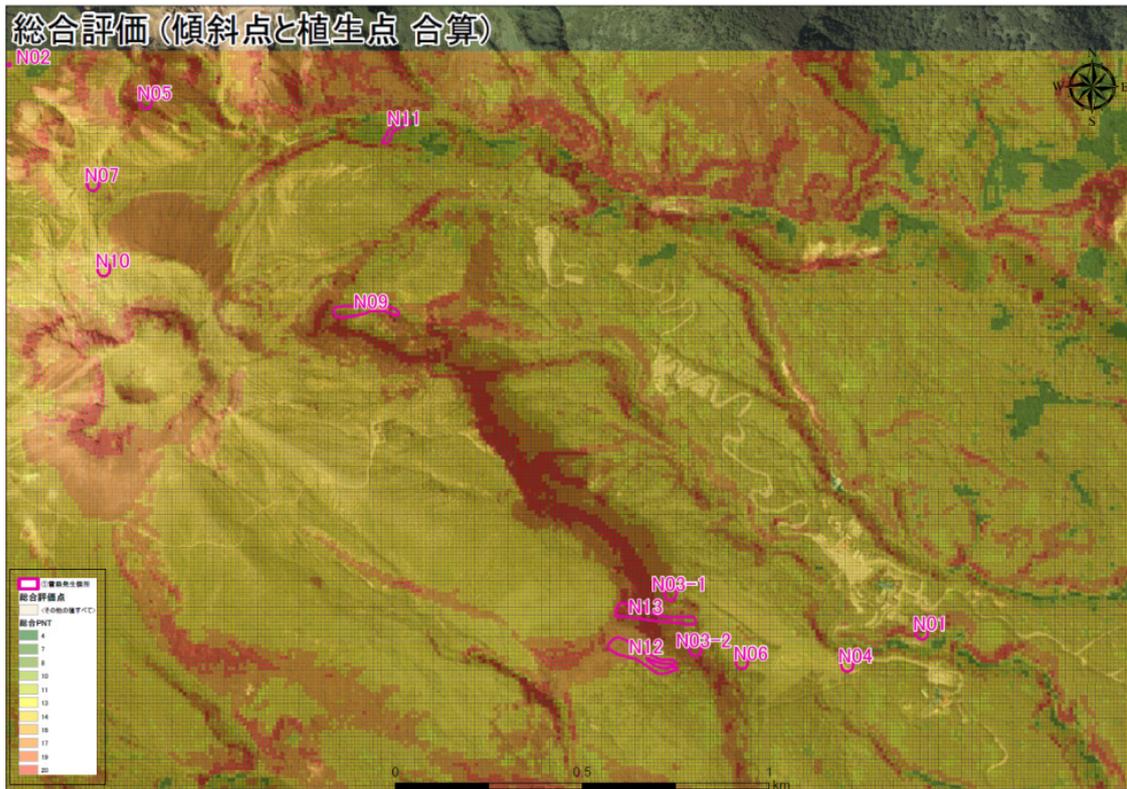


図-7 植生被覆率評価・傾斜評価統合図

統合した傾斜評価結果と植生被覆率評価結果を表-2の総合危険度得点表に従いランク化し、雪崩ポテンシャル評価図を作成した（図-8）。

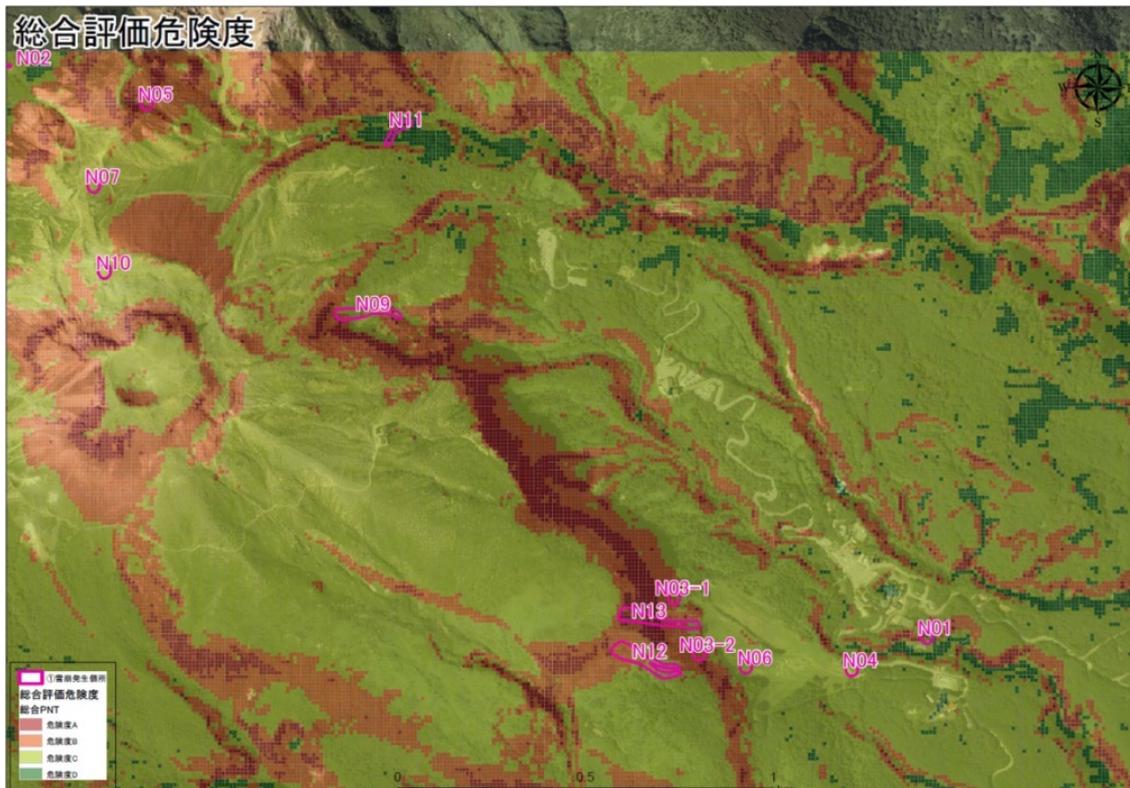


図-8 雪崩ポテンシャル評価図

3. 2 雪崩ポテンシャル箇所抽出結果の考察

当該地域における雪崩発生事例と地形情報・植生情報から雪崩の発生ポテンシャルについて整理を実施した（表-3）。雪崩発生箇所の地形（傾斜度）・植生（樹高と植生疎密度）をGISの空間解析機能により雪崩発生箇所ごとの比較を行ったところ、傾斜や植生疎密度に関してはほぼ同一の危険度評価結果が得られた。

表-3 雪崩発生箇所別評価結果

番号	発生日	精度	傾斜評価点数	植生被覆評価点数	総合評価点数
N01	1938年3月7日	おおよそ	10	10	20
N02	戦前	代表点	4	10	14
N03-1	1969年2月9日	明確	7	10	17
N03-2	1969年2月9日	明確	7	10	17
N04	1969年3月5日	おおよそ	4	10	14
N05	1972年4月10日	明確	10	10	20
N06	1973年1月12日	明確	4	10	14
N07	1980年代	おおよそ	4	10	14
N09	2000年3月27日	明確	10	10	20
N10	2009年4月2日	おおよそ	4	10	14
N11	2009年4月4日	明確	4	10	14
N12	2017年3月27日	明確	10	10	20
N13	2017年3月28日	明確	10	10	20

4. まとめ

本研究では2017年3月に雪崩が発生した栃木県那須町茶臼岳を中心に、衛星画像の活用による地形・植生要因を指標とした雪崩ポテンシャル箇所の抽出方法を提案した。本研究では、地形の傾斜状況、植生の植生疎密度状況の評価因子としたが、地形条件には発生区の傾斜・斜面形（縦断形状・横断形状・平面形状）・斜面規模・標高・方位があり、植生条件には樹種・樹高・疎密度・配置があることから、今後、評価因子と雪崩発生との相関が明らかにされることで、より多面的な評価による雪崩ポテンシャル箇所の抽出が実現すると考える。

引用文献

建設省，1983：雪崩防災対策調査報告書（第8巻 雪崩対策）。

鈴木 比奈子，内山 庄一郎，中村 一樹，2017：災害事例の文献調査と地図化を通じた那須岳周辺の雪崩災害の発生傾向の調査。雪氷研究大会（2017・十日町）講演要旨集，77。