

# 水理地質特性とテフラ層厚等を踏まえた斜面リスク評価

八千代エンジニアリング株式会社 ○小西拓海, 大塚智久, 横尾公博, 宮田直樹, 高瀬蔵  
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 中村洋祐, 本間雄介, 中村香也

## 1. はじめに

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震により、厚真町では多数の斜面崩壊が発生した。斜面崩壊の過半数が、急傾斜地崩壊危険箇所の指定外である30°以下の緩斜面において発生しており(図1)、傾斜量以外の危険度評価指標の確立が望まれている。本検討では、以下に示す崩壊の特徴に着目し、「テフラの層厚」及び当該斜面の「水理地質特性」を踏まえた評価指標を抽出し、崩壊斜面と非崩壊斜面との分離性の有無や評価指標としての有効性を検討した。

- 表層に堆積するテフラ(粗粒軽石)層が崩壊の主体で、テフラ層厚が厚い箇所に崩壊が集中する傾向がある。  
→テフラ層厚分布図を地形条件に則して更新し、テフラ層厚が危険度評価に適用可能かを検討した。
- 0 次谷など集水地形を呈する箇所で崩壊が多い傾向があり、流動性の高い崩壊物が多数認められる。  
→厚真川流域の地下水面図を地形解析等にて作成し、地下水指標(本報告では集水面積を使用)が危険度評価に適用可能かを検討した。

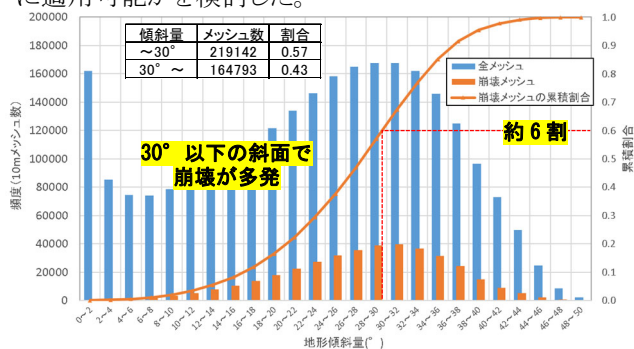


図1 傾斜量ごとの該当メッシュ数

全メッシュ: 厚真川流域を10m格子で区切った検討単位  
非崩壊メッシュ: 全メッシュのうち、崩壊地と重ならないメッシュ  
崩壊メッシュ: 全メッシュのうち、崩壊地と重なるメッシュ

## 2. テフラ層厚分布の適用性検討

### 2.1 テフラ層厚分布状況と検討方針

厚真川流域の基盤岩は主に新第三系の堆積岩で、これらを恵庭岳と樽前山等を噴出源とする複数の降下テフラが被覆している。このうち、約9千年前に堆積したTa-dと約2万年前に堆積したEn-aは、粗粒な軽石主体であり、本地域ではそれぞれ最大100cm以上の層厚を有する。地震により生じた斜面崩壊は、上記2枚のテフラ層が厚く堆積する地域で多発しており(図2)、テフラ層厚は斜面崩壊のリスク評価指標として有効であると考えられる。しかし、既存のテフラ層厚分布図は、テフラの分布が良

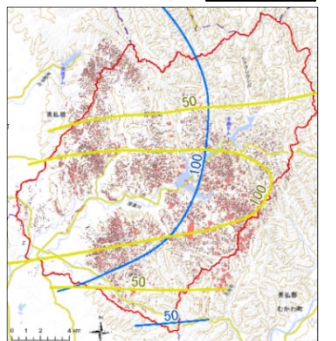


図2 崩壊地とテフラ層厚マップ<sup>1)2)</sup>

好な地点などをもとに作成されたものであり、地形状況や堆積後の侵食・再移動等は考慮されておらず、現在のテフラ層厚分布とは乖離があることが多い(図3)。そこで、斜面の傾斜量とその地点におけるテフラ層厚との関係に着目して現地調査を行い、傾斜量に応じたテフラ層厚分布図を作成した。

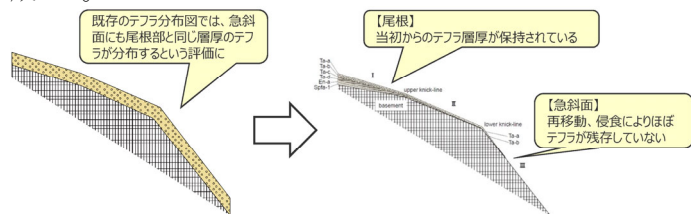


図3 当該地域の模式断面図

左) 既存のテフラ層厚分布図を反映 右) 実際のテフラ層厚分布<sup>3)</sup>

### 2.2 テフラ層厚分布の更新

現地調査は、堆積時のテフラ層厚が比較的厚い範囲を対象とし、噴出源からの距離や地形状況を踏まえA・B・Cの3地区に区分した。各地区概ね同じ地点数での観察を実施し、計78箇所のテフラ層厚(Ta-d)と傾斜量データを収集した(図4)。

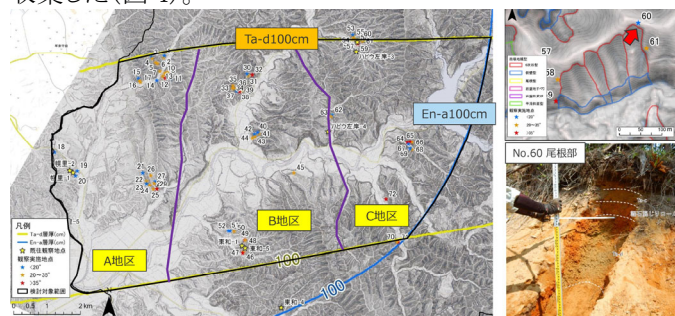


図4 調査地点と調査状況

その結果、傾斜量35°以下の斜面では、地点毎のバラツキがあるものの、既存等層厚線と現地層厚は概ね一致し、傾斜量と層厚の相関は明瞭ではない。一方、傾斜量が35°以上となるとテフラ層厚が急激に減少する傾向(明瞭な負の相関)が認められた(図5)。この結果を踏まえ、既存のテフラ層厚分布図を基に傾斜量35°以上の斜面についてはテフラ減衰率46.7(cm/°)により層厚を減衰させたテフラ層厚分布図を更新した(図6)。

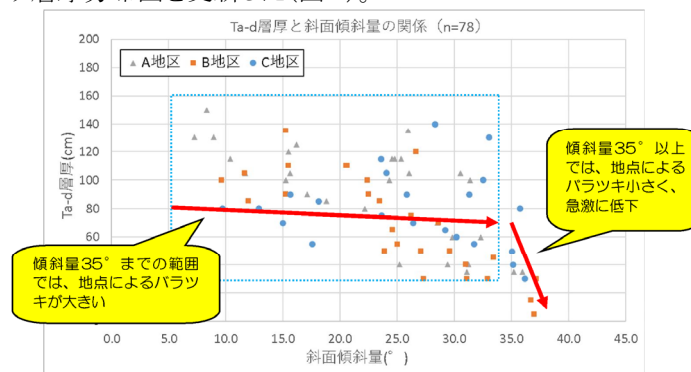


図5 Ta-d層厚と傾斜量との関係

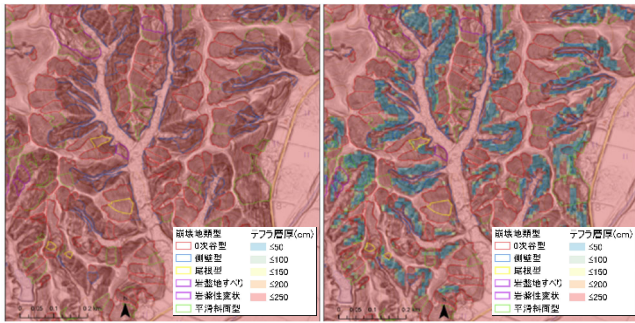


図6 テフラ分布図 (左) 既存テフラ分布、(右) 減衰率適用後

## 2.3 斜面崩壊とテフラ層厚分布との関係性検討

当該地域の崩壊類型は①0次谷型、②側壁型、③平滑斜面型、④尾根型、⑤岩盤すべり等に区分できる。代表的な崩壊類型である側壁型と0次谷型とでテフラ層厚(更新後)と崩壊発生数を比較すると、側壁型はテフラ層厚と崩壊発生数に明瞭な関係が認められないが、0次谷型はテフラ層厚 140cm を境に崩壊発生数が急激に増加する(図7)。これは、側壁型が Ta-d や En-a の層厚が薄い谷側部<sup>4)</sup>でも発生しているという現地状況と整合する。0次谷型のような崩壊土砂量が相対的に多い崩壊の危険度評価を行うにあたっては、傾斜量を鑑みたテフラ層厚分布図を用いることで崩壊斜面と非崩壊斜面を分離できる可能性がある。

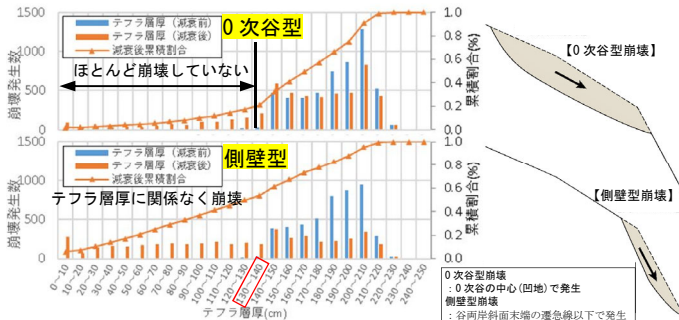


図7 崩壊形態別に見たテフラ層厚と崩壊発生頻度の関係

## 3. 地下水の適用性検討

### 3.1 地震発生時の地下水状況と検討方針

地震発生前3ヶ月間の累積降雨量は約600mmと例年と比較し200mmほど多い状況にあった。また、崩壊土砂は高含水状態の軽石や流動化した土砂などもみられ、地下水が崩壊に寄与していたことが示唆される<sup>5)</sup>。勝見(1987)では厚真川流域と同様のテフラ堆積域にて地下水観測を実施しており、降雨等により地表付近まで地下水位が急激に上昇することを確認している<sup>6)</sup>。この結果を鑑みると、地震が発生する直前の厚真川地域も先行降雨により地下水位が高い状態であったことが予想される。そこで、地形解析と地下水観測をもとに上記状態を再現した地下水面を作成し、崩壊斜面と非崩壊斜面の分離可否を検討した。

### 3.2 地下水面の作成

地下水面図の作成は以下の流れで検討した(図8)。

- (i) 地形解析から源頭部を抽出し、水系網を作成。
- (ii) 地形解析から尾根部を抽出し、地下水観測結果より、尾根部の水位標高を設定。
- (iii) 水系網と尾根部間を自然近傍法で内挿補完。

地下水観測は厚真川流域内の未崩壊斜面を対象に計8箇所で行った。結果、融雪期や日降雨量が40mmを超えるような時には、GL-2m付近(テフラ層以浅)まで水位が上

昇する状況を確認した(図9)。この結果をもとに尾根部の水位標高を設定した。

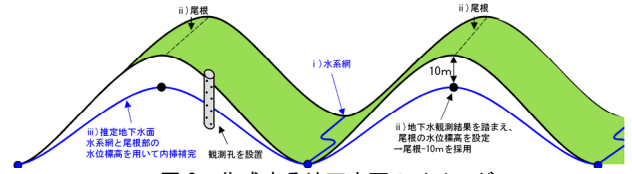


図8 作成する地下水面のイメージ

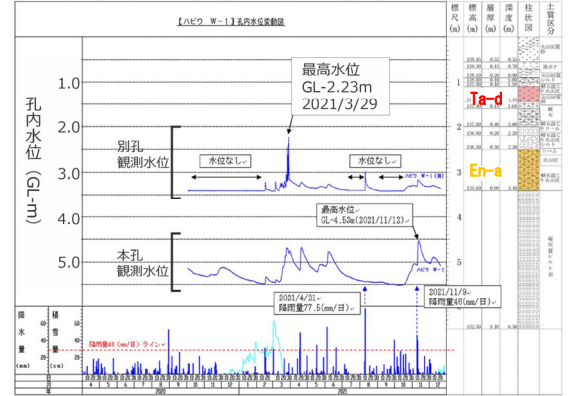


図9 地下水観測結果(ハビウ地区)

### 3.3 斜面崩壊と地下水指標との関係性検討

地下水面を基に累積流量(Fa≒地下水の集水面積)を算出し、崩壊メッシュと非崩壊メッシュごとに頻度分布を比較した(図10)。その結果、崩壊メッシュの頻度分布は「300~400m<sup>2</sup>」を頂点とする左右対称な分布を示す一方、非崩壊メッシュは「0~100m<sup>2</sup>」を頂点とする右肩下がり分布を示した。これは、崩壊した斜面はFaと有意な関係があり、Faが「300~400m<sup>2</sup>」の場合に最も崩壊リスクが高くなることを示している。このことから、地下水面を基に算出したFaを斜面リスク評価指標とすることで崩壊斜面と非崩壊斜面を分離できる可能性がある。

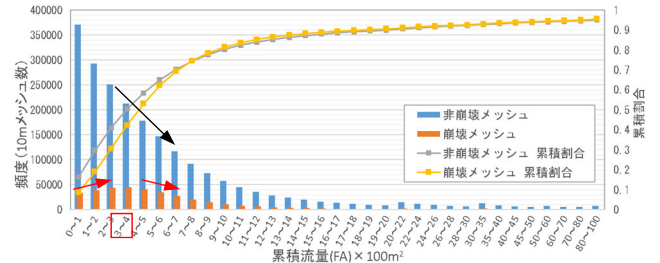


図10 地下水面指標と崩壊メッシュとの関係

## 4. おわりに

テフラ層厚と地下水面を基にした累積流量に着目し、斜面危険度評価の指標として適用可否を検討した。結果、ともに崩壊斜面と非崩壊斜面を分離できる可能性があった。今後、従来指標(傾斜量、曲率等)間との独立性を検証し、リスクマップへの適用可否を検討していく。

## 参考文献

- 1) 樽前火山地質図,2010,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 2) 十勝平野の後期洪積世の降下軽石堆積物について,1972,十勝団体研究会
- 3) 平成30年北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊,梅田浩司ほか,2019,応用地質
- 4) 斜面変動の年代解析による土砂害危険地判別に関する研究,柳井清治,1989,北海道林業試験場研究報告
- 5) 平成30年北海道胆振東部地震に伴う厚真町およびその周辺地域での斜面崩壊調査(速報),廣瀬ほか,2018,北海道地質研究所報告
- 6) 緩傾斜造林地における浅層地下水位の季節変化,勝見精一,1987,林業試験場研究報告