

北海道胆振東部地震におけるテフラ層厚区分に基づいた斜面崩壊リスクマップの作成

八千代エンジニアリング株式会社 ○高瀬蔵、横尾公博、大塚智久、宮田直樹、小西拓海
 国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧河川事務所 中村洋祐、本間雄介、中村香也
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 砂防研究室 坂井祐介

1. はじめに

平成30年9月6日北海道胆振東部地震では、北海道胆振地方東部、むかわ町を震源とする震度7の地震が発生し、厚真町を中心に多数の斜面崩壊を引き起こした。地震に伴う斜面崩壊に対するハード及びソフト対策を効率的かつ効果的に行うには、崩壊が発生する可能性を有する斜面を事前に予測することが重要である。

本報告では、厚真川流域(主に崩壊の発生した厚真川中上流域)を対象とし、降下火砕堆積物(以後テフラ)の層厚区分に着目した斜面崩壊評価式を検討することで、昨年度に本学会で報告した評価式の精度向上を図り、斜面崩壊リスクマップを作成した結果を報告する。

2. 既往報告における斜面崩壊リスクマップの課題及び検討方針

2.1 既往報告内容と課題

斜面崩壊リスクマップを作成するための評価式を(1a)に示す。

$$F = kI + aC + \beta a + y \quad (1a)$$

ここに、F: 評価値、I: 斜面勾配(°)、C: 平均曲率(cm-1)、a: 最大加速度(gal)、k aβγ は係数及び定数である。

既往報告¹⁾では、斜面崩壊リスクマップの解析サイズを10m×10mメッシュ(厚真川中上流域: 約261万メッシュ、崩壊地が含まれるメッシュ: 約38万メッシュ)とし、厚真川流域における地形条件や最大加速度と崩壊面積率の分析結果から上記(1a)式の係数を求め、評価式(1b)を立案した。同式を用いて作成した斜面崩壊リスクマップを図1に示す。主に厚真ダムより上流域では、実績の崩壊地がほぼ認められない一方で、斜面崩壊リスクマップにおける評価値は高い傾向を示している。このように、斜面崩壊リスクマップの精度向上が課題としてあげられる。

$$\text{評価式}^{1)}: F = 0.1019I + 0.0906C - 0.0001a - 1.5246 \quad (1b)$$

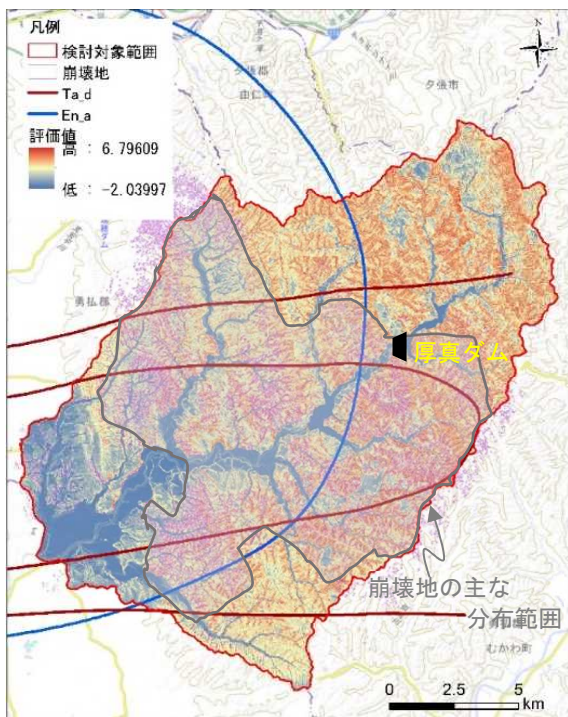


図1 既往報告¹⁾による斜面崩壊リスクマップ

2.2 検討方針

既往報告²⁾によれば、厚真川流域で発生した斜面崩壊と関連する指標としてテフラが挙げられている。また、厚真川流域の斜面には、恵庭岳及び樽前山等から噴出したテフラが最大240cm程度の厚さで堆積することが示されている³⁾。北海道胆振東部地震では、主に恵庭降下軽石a (En-a) 及び樽前降下軽石d (Ta-d) が比較的厚く堆積する地域と、崩壊地の主な分布範囲が重なる傾向にあった(図2)。そこで、テフラに着目することで斜面崩壊リスクマップの精度向上を試みることにした。テフラに着目した斜面崩壊リスクマップは、既往報告¹⁾の手法を踏襲して評価式(1a)の係数及び定数を設定することで作成し、評価式(1b)より作成した斜面崩壊リスクマップ(図1)と比較することでその精度を検証した。

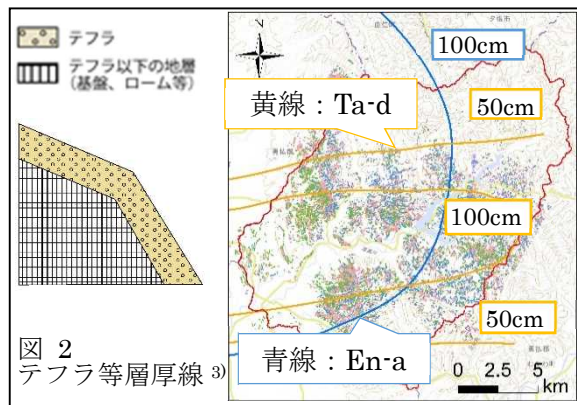


図2 テフラ等層厚線³⁾

3. テフラに着目した斜面崩壊リスクマップの作成

3.1 テフラ層厚区分の設定

斜面崩壊リスクマップを作成するにあたり、現地露頭調査(図3)を行い、斜面勾配とテフラの関係性を分析した。具体的には、斜面勾配35°以上の斜面について、勾配に応じたテフラの減衰式を立案し、テフラ等層厚図に適用することで精度を向上させた。現地露頭調査内容及び結果の詳細は、本学会の令和4年度宮崎大会にて別途発表報告「北海道胆振東部地震における地下水位特性・テフラ層厚等を踏まえた斜面リスク評価の検討」にとりまとめる。

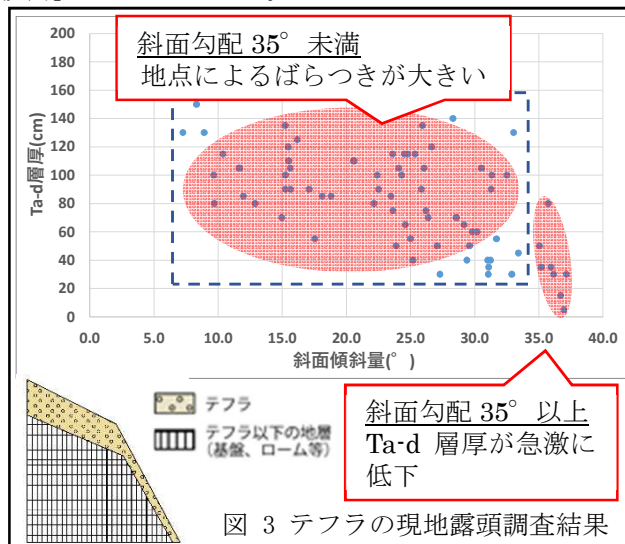


図3 テフラの現地露頭調査結果

厚真川流域全体(全メッシュ)と崩壊地を含むメッシュ(崩壊メッシュ)を対象とし、更新したテフラの分布状況を整理すると、全メッシュではテフラ 100cm 以上で生起頻度が増加し、崩壊メッシュではテフラ 140cm 以上で生起頻度が増加する傾向にあった。このため、100cm 以上のテフラに着目することで崩壊・非崩壊メッシュで生起頻度が異なり、斜面崩壊リスクマップの精度が向上すると考えた。本報告では、テフラの層厚区分として①100cm 以上(約 34 万メッシュ)、②140cm 以上(約 32 万メッシュ)、③160cm 以上(約 28 万メッシュ)、④180cm 以上(約 23 万メッシュ)、⑤200cm(約 14 万メッシュ)以上とした 5 区分を設定し、区分毎に評価式を立案した。

3.2 斜面崩壊評価式の作成

テフラの層厚区分毎に評価式(1a)の係数及び定数を設定し、評価式(1c)～評価式(1g)を立案した。

立案した評価式(1b)～評価式(1g)の係数を俯瞰すると、斜面勾配の係数 k は増加傾向にあるが、評価式(1c)～評価式(1f)は同程度であった。このため、斜面崩壊リスクマップに適用する評価式を決定するにあたり、評価式毎に分類正誤率に基づく妥当性を検証することとした。分類正誤率とは、全メッシュに対して崩壊の発生・非発生が正しく判別されたメッシュの数である。

評価式：

$$T \geq 100 : F = 0.1469I + 0.0973C - 0.0004a - 1.5159 \quad (1c)$$

$$T \geq 140 : F = 0.1605I + 0.0992C - 0.0003a - 1.6194 \quad (1d)$$

$$T \geq 160 : F = 0.1594I + 0.0970C - 0.0004a - 1.5592 \quad (1e)$$

$$T \geq 180 : F = 0.1617I + 0.0952C - 0.0005a - 1.4678 \quad (1f)$$

$$T \geq 200 : F = 0.3339I + 0.0820C - 0.0003a - 2.4304 \quad (1g)$$

※ T ：テフラ(cm)

3.3 分類正誤率に基づく評価式の妥当性検証

評価式の妥当性を検証するにあたり、評価値 F に応じた評価指標(分類正誤率、見逃し率、空振り率)を算出した。本報告では、分類正誤率 50%程度となる際の見逃し率と空振り率を評価式毎に比較した(図 4)。図 4 より、テフラ 100cm 以下では、評価指標に明確な特徴が見られないが、テフラ 140cm 以上では評価指標が低下することで、精度が向上する結果となった。テフラの閾値を大きくするほど評価指標の低下傾向が認められるが、同時に評価外とするメッシュは増大する。評価対象メッシュとして全体の約 8 割以上を有し、見逃し率が 1/2 程度になる等の精度向上が認められたテフラ 140cm 以上を斜面崩壊リスクマップ作成に適用するテフラの層厚とした。

評価式(既往報告による 1b)と(テフラ 140cm 以上の式 1d)における評価指標の算定結果を図 5 に示す。各評価式で同程度の分類正誤率となる評価値 F の閾値 0.5 では、見逃し率と空振り率ともに(1d)式の方が改善傾向にあり精度が向上したといえる。

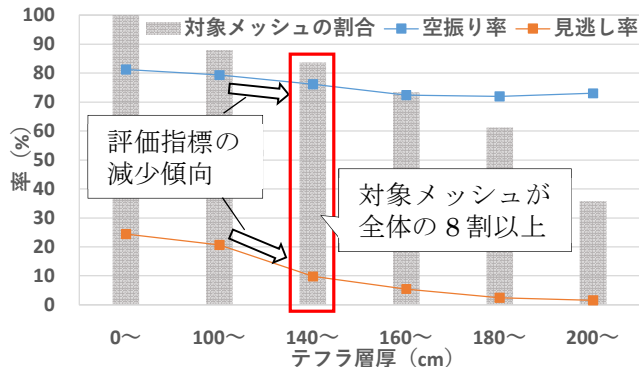


図 4 テフラの層厚毎の評価指標 (分類正誤率 50%程度)

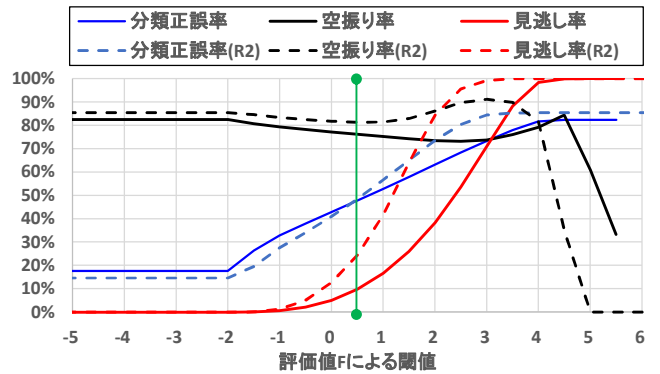


図 5 評価値 F に応じた評価指標

3.4 評価式を用いた斜面崩壊リスクマップの作成

本報告では、評価指標と対象とする解析メッシュの関係からテフラの閾値を 140cm に設定した。既往報告 1) による評価式作成方法でテフラ 140cm 未満に適用する評価式(1h)を立案し、評価式(1d)と評価式(1h)を用いて斜面崩壊リスクマップを作成した(図 6)。

評価式： $F = 0.0469I + 0.0053C - 0.0008a - 0.7999$ (1h)

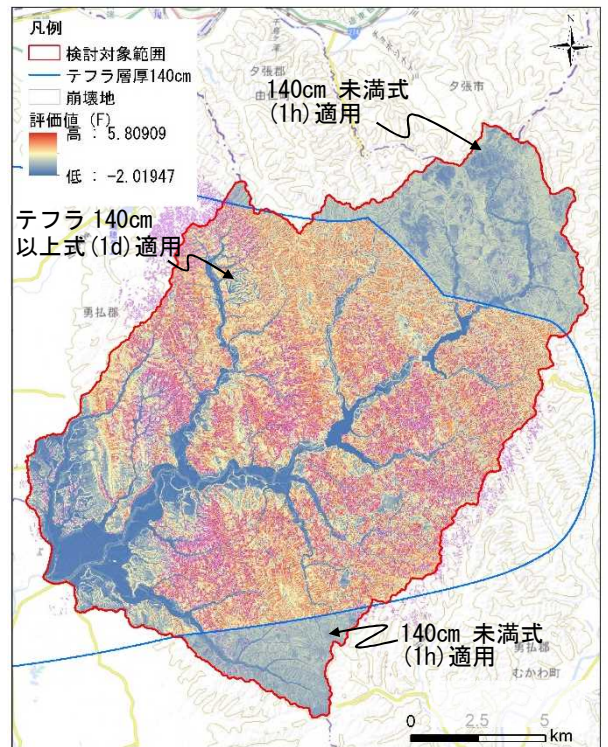


図 6 斜面崩壊リスクマップ [(1d)及び(1h)式]

4. おわりに

厚真川流域に分布するテフラに着目し、テフラの影響により緩い斜面で崩れた崩壊地と急斜面が卓越しテフラが比較的薄くなった箇所を分けることで評価式の精度向上につながることが確認できた。今後は、厚真川流域で立案した評価式や予測式を他流域に適用することで、立案式の精度を確認するとともに他流域への展開を進める必要があると考える。

参考文献：

- 1)横尾公博, 北海道胆振東部地震における斜面崩壊予測式の検討事例, 2021 年度砂防学会研究発表会概要集
- 2)例えば 柳井清治, 北海道中央部山地斜面における火山灰層の分布と胆振東部地震による斜面災害, H31(公社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会総会・特別講演
- 3)例えば 樽前火山地質図, 産業技術総合研究所