

地震における斜面崩壊危険度評価式活用方法の検討事例

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
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧砂防海岸事務所 岩田清徳、本間雄介、宮崎亮直

1. はじめに

平成30年9月6日の北海道胆振東部地震では、北海道厚真町を中心に多数の斜面崩壊が発生した。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果的かつ効果的に行うには、崩壊が発生する可能性の高い斜面を事前に予測することが必要である。崩壊の発生する斜面を事前に予測するために、既往研究成果¹⁾を参考として、斜面崩壊の危険度を評価する以下の式（以降、評価式）が検討されている^{2),3),4)}。

■評価式： $F = kI + \alpha C + \beta a + \gamma$

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 α β γ は係数及び定数である。

本報告では、主に崩壊が集中した厚真町の厚真川中上流域において、防災関連情報と評価式の関連性を整理することで、斜面崩壊の危険度を評価する適用手法について検討した結果を報告する。

2. 北海道胆振東部地震で発生した崩壊地と防災関連情報との関連性

2.1 防災関連情報の整理

評価式は地震に伴う斜面崩壊の素因（斜面勾配、平均曲率）と誘因（最大加速度）を説明変数とし、崩壊の危険性（評価値）を目的変数とした式である。一方で、土砂災害によって被害の恐れのある箇所として、土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所が指定されている。これらは、主に降雨を誘因とする土砂災害発生個所を示すものである。本検討では、土石流危険渓流と急傾斜地崩壊危険箇所を対象として、評価式によってこれらを点数化することで、降雨と地震の双方に着目した危険度評価の活用方法を検討する。厚真町内の土石流危険渓流及び急傾斜地崩壊危険箇所を図1に示す。



図1 厚真町の崩壊地、防災関連情報

2.2 崩壊地と防災関連情報の関連性

北海道胆振東部地震による崩壊が集中した、厚真町のうち厚真川中上流域において、土石流危険渓流（84 渓流）及び急傾斜地崩壊危険箇所（25 箇所）における崩壊地の有無を整理した（図2）。なお、崩壊地を有する土石流危険渓流については、崩壊土砂が谷出口より下流に流出したか否かの判読結果についても分類対象とした。

その結果、厚真川中上流域において、土石流危険渓流と急傾斜地崩壊危険箇所ともに、崩壊地を有する渓流数及び箇所数は半数以上を占める結果となった。

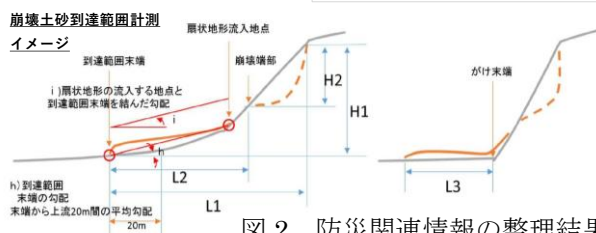
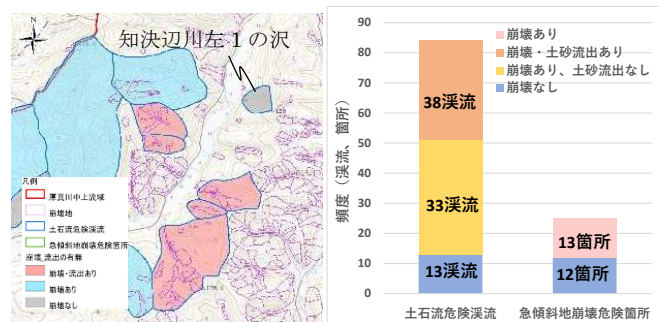


図2 防災関連情報の整理結果

3. 防災関連情報への評価式の適用

3.1 適用評価式の設定と検討方針

本検討では、北海道胆振東部地震による崩壊地全体を対象とした評価式（以降、全崩壊式）を、土石流危険渓流及び急傾斜地崩壊危険箇所に適用した。全崩壊式立案の詳細については、本学会の令和6年度和歌山大会にて別途発表報告「平成30年北海道胆振東部地震における斜面崩壊危険度評価式に関する検討事例」にとりまとめる。

■評価式(全崩壊式)※解析サイズ: 10m×10m メッシュ
 $F = 0.0878 \cdot I + 0.0004a - 1.7795 + 0.072 \cdot C$ ($C < 0$)
 $F = 0.0878 \cdot I + 0.0004a - 1.7795 - 0.1944 \cdot C$ ($C > 0$)
 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)である。

評価式から得られる評価値は解析メッシュ毎の点数として算出されており、メッシュ内の地形を平均的に評価している。土石流危険渓流や急傾斜地崩壊危険箇所においても、源頭部や斜面、沢部など様々な地形が混在している。このため、評価値の平均値と最大値を代表値として、崩壊地や土砂流出の有無における傾向を整理することとした。

3.2 防災関連情報への評価式適用結果

上記の検討方針に基づいて、評価値の分布傾向を整理した（図3）。その結果、土石流危険渓流において、崩壊地のない渓流で評価値が低くなり、崩壊地や土砂流出の認められる渓流では評価値が高くなる傾向となった。また、急傾斜崩壊危険箇所では、崩壊地の有無による評価値の傾向に明確な差は認められない結果となった。評価式の係数は斜面勾配が最大であり、評価値への影響が大きい。土石流危険渓流は高次谷で比較的緩勾配となることから、急傾斜地崩壊危険箇所と比べて、説明変数のうち平均曲率や最大加速度による影響を受けやすく、崩壊の有無による差が生じたと考えられる。

一方で、土石流危険渓流である知決辺川左1の沢（図2の左上図を参照）では、崩壊地を有していないものの、評価値の平均値が大きい結果であった。知決辺川左1

の沢は、流域面積が 25 千 m^2 と土石流危険渓流の中では比較的小規模であり、高次谷がなく、大部分が斜面で構成されている。このため、斜面勾配の影響を受けて平均値が大きくなったと考えられる。しかしながら、最大値は崩壊地を有している渓流の中では比較的小さい結果であった。

このことから、評価式を土石流危険渓流に適用することで、地震によって斜面崩壊の発生する危険性の高い渓流と危険性の低い渓流に分離しうることが示唆された。

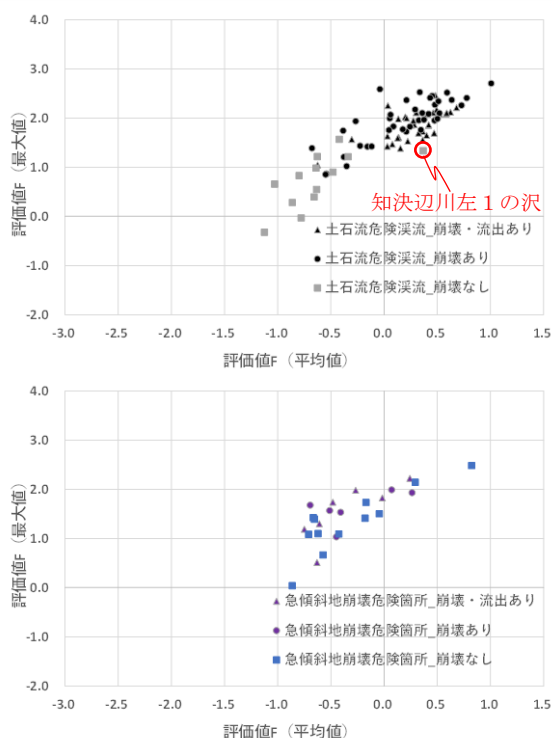


図 3 防災関連情報毎における評価値分布傾向

4. 北海道胆振東部地震発生前の地形条件での比較

4.1 検討内容

前章で示した全崩壊式の作成に用いた地形データは、地震発生後に整備されたデータである。地震発生前の LP データは検討対象範囲のうち、一部のみで整備されているため、地形条件が評価値分布傾向に与える影響を評価することとした。本検討では、地震発生前後の地形データによる、土石流危険渓流（12 渓流）と急傾斜地崩壊危険箇所（22 箇所）における評価値分布傾向の差異を検証した。地震発生前の地形が整備された範囲を図 4 に示す。

4.2 地震発生前の地形条件での評価値分布傾向

北海道胆振東部地震発生前の地形条件による評価値の分布傾向を整理した（図 5）。その結果、地震発生前の地形データの整備範囲は限定されるものの、土石流危険渓流において崩壊のない渓流で評価値が低く、崩壊地や土砂流出の認められる渓流で評価値が高い結果となった。また、急傾斜地崩壊危険箇所においては、崩壊地の有無による評価値の傾向に明確な差は認められなかった。

これは、地震発生後の地形データを適用した際の評価値分布傾向と同様である。このことから、地震発生前の地形データを入力条件として、全崩壊式による危険度評価を行うことで、今後、地震に伴う斜面崩壊が発生する可能性のある土石流危険渓流が事前抽出可能であると示唆された。

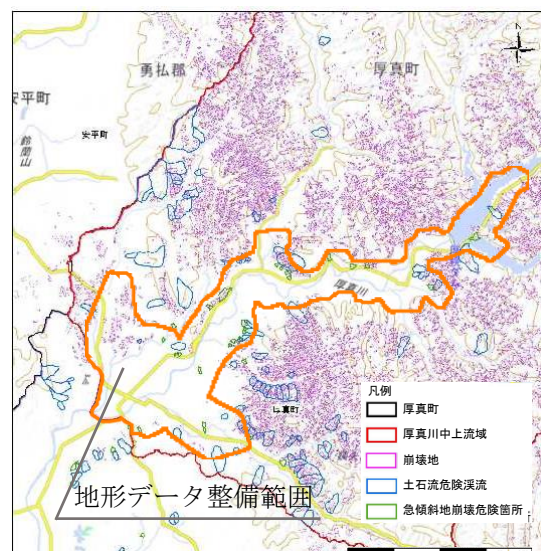


図 4 北海道胆振東部地震発生前の地形データ整備範囲

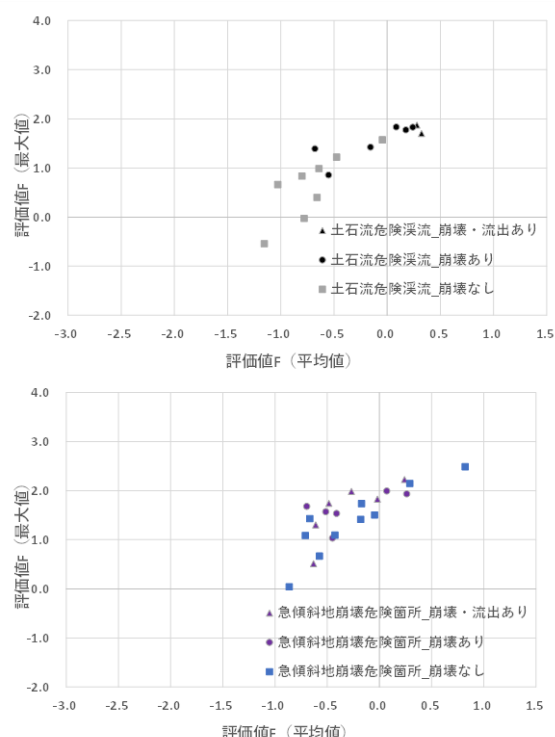


図 5 防災関連情報毎における評価値分布傾向
(地形データ：地震発生前)

5. おわりに

防災関連情報と評価式による評価値の傾向に着目し、斜面崩壊危険度評価活用方法として適用可否を検討した。結果として、土石流危険渓流において、斜面崩壊の危険な箇所とそうでない箇所を分離しうることが示唆された。今後は、急傾斜地における崩壊危険箇所抽出の精度向上について検討していく。

参考文献；

- 1) 国総研資料 204 号, 2004.11, 地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 砂防研究室
- 2) 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
- 3) 高瀬蔵, 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, 2022 年度砂防学会研究発表会概要集
- 4) 高瀬蔵, 平成 30 年度北海道胆振東部地震における斜面崩壊の危険度評価に関する検討事例, 2023 年度砂防学会研究発表会概要集