

崩壊発生間隔の長い斜面の抽出手法についての一考察

国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 後藤順一・高橋忍
 国土技術政策総合研究所 中谷洋明・瀧口茂隆・松田昌之
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○佐々木央・松澤真・飛岡啓之・澤田悦史

1. はじめに

斜面崩壊は全国各地で発生しており、同じ地域内で同程度の降雨が観測されたとしても、どういった理由で、一部の斜面だけが崩壊したのか、もしくは崩壊しなかったのかを説明することは容易ではない。その理由として、崩壊斜面と非崩壊斜面の間に、決定的な差異を見出すことが出来ていないこと、地盤の状況を正確に把握することが困難なためと考えられる。

斜面崩壊は、地形、地質、地盤条件、植生等の様々な素因と、豪雨や地震などの誘因が複合的に作用して発生する。素因と誘因の関係は相補的であり、素因と誘因が斜面ごとの限界を超えた場合に、崩壊が発生すると考えられる。

そこで本検討では、各種の素因による影響に着目し、過去の崩壊履歴に基づき、判別分析による崩壊発生間隔の長い斜面の抽出手法について検討を行った。なお、本検討でリスク評価結果を「崩壊発生間隔」とした理由は、検討の基礎資料である雨量及び崩壊履歴が20～30年程度における観測結果及び災害調査結果であり、斜面全体の危険度評価まで至っていないと判断したためである。

検討の対象地域は、令和元年台風19号災害においてCL基準を超える豪雨が確認された群馬県富岡市とした。

2. 検討の概要

図1に示した検討フローの通り、検討に使用したデータは、まず3次メッシュ(約1km四方)で雨量や崩壊履歴等を整理し、土砂災害警戒区域ごとに地形・地質等の属性情報を付与した。最終的な判別分析は土砂災害警戒区域ごとに実施し、各斜面でのリスク評価を行った。

3. 各斜面の属性情報の整理

3次メッシュの整理では、近年の降雨履歴及び「地形・地質に関する主題図を用いた全国における土砂災害発生リスク推定法に関する考察(国総研資料No.1120)」¹⁾に基づく崩壊履歴から、これまでにCL基準を大幅に超過しても崩壊が生じなかった土砂災害警戒区域(急傾斜地)を抽出した。ここで「CL基準を大幅に超過」とは、地域内におけるRBFN値の最小値から上位6事例を抽出とした。

各土砂災害警戒区域の属性情報は、地形・地質等について一般公開された関係主題図等を用いて整理した

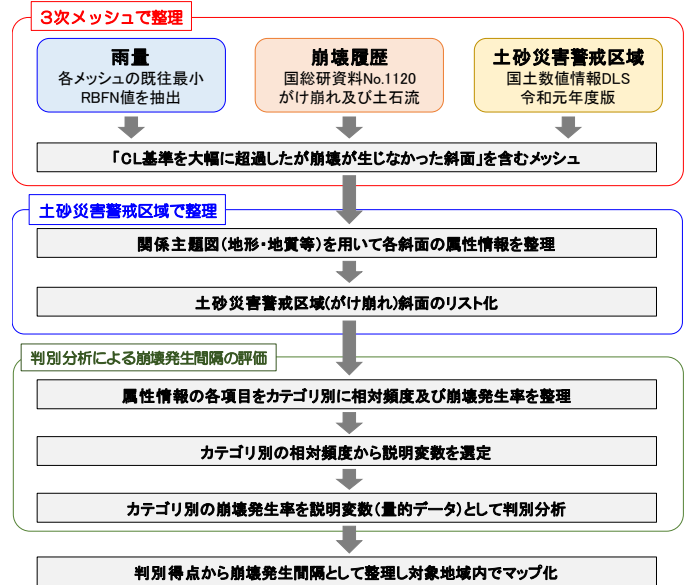


図1 検討フロー

表1 整理した属性情報一覧

項目	概要	
雨量	国総研から提供された3次メッシュで整理	
崩壊履歴	国総研資料No.1120で整理された土砂災害履歴の3次メッシュ 1996～2019年までに発生した「がけ崩れ」及び「土石流」	
地形	面積	土砂災害警戒区域から算出
	斜面高	10mDEMの最大値及び最小値から算出
	平均傾斜	10mDEMから各メッシュの傾斜を算出し、土砂災害警戒区域内の平均値を算出
	最大傾斜	10mDEMから各メッシュの傾斜を算出し、土砂災害警戒区域内の最大値を算出
	斜面方向	10mDEMから斜面方向を算出し4方向に分類
	斜面形状	10mDEMから平面曲率及び断面曲率を算出し9形状に分類
地すべり分布	防災科学技術研究所 地すべり分布図データベース	
地質	シームレス地質図	産業技術総合研究所 シームレス地質図
	地形分類	国土数値情報ダウンロードサービス 地形分類図
	土壌分類	国土数値情報ダウンロードサービス 土壌図
その他	植生分類	環境省自然環境局生物多様センター 植生区分
	土地利用	国土数値情報ダウンロードサービス 土地利用3次メッシュ(平成28年度)

ものを検討の基礎資料とした。なお、本手法の将来的な全国への適用を想定し、属性情報は可能な限り日本全国で統一的に整理されたものを用いた。表1に整理した12項目の地形条件及び関係主題図を示す。

4. 崩壊発生間隔の評価

崩壊発生間隔の評価にあたっては、「地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究(国総研資料第204号)」²⁾で示された判別分析による評価手法を適用した。

参考資料と大きく異なる点は、斜面崩壊の素因となる地形・地質等の質的データを説明変数とするため、各属性情報についてカテゴリ別の崩壊発生率を算出し、量的データとして適用したことである。

この判別分析結果から得られる判別得点の平均値及び標準偏差を基に崩壊発生間隔を4段階に区分し評価を行った。

5. 判別分析

前述の通り、各土砂災害警戒区域の属性情報は質データが混在しているため、図 2 に示すように、地域内の崩壊斜面と非崩壊斜面の頻度分布から、崩壊発生率をカテゴリー別に算出し、各項目の説明変数(量的データ)に変換し、判別分析を実施した。

説明変数は、図 3 に示すように、「対象地域内の全斜面」と前段で整理した「CL を大幅に超過したが崩壊が発生しなかった斜面」を比較し差が大きいものを選定する予定であった。しかし、既往の崩壊履歴と各属性情報の崩壊発生率との重回帰分析の結果、12 項目の属性情報を全て採用した方が、崩壊の発生有無をより説明できることが分かったため、全ての属性情報を用いて判別分析を実施した。

以上より、表 1 に示した 12 項目の属性情報の崩壊発生率を説明変数として、崩壊の発生有無に関する判別分析を実施し、判別得点を算出した。判別得点の平均値および標準偏差を用いて、「崩壊発生間隔がかなり長い～かなり短い」までの 4 段階で、富岡市におけるランク区分マップ(案)に整理した(図 4)。

6. 考察と今後の課題

表 2 に示す判別分析結果から作成した分類正誤表では、富岡市全体及び CL 基準を超過した斜面のどちらも崩壊の発生有無について、94%が正しく判別されている。これより、本検討で実施した属性情報の崩壊発生率を用いた判別分析手法の妥当性がある程度得られたと考えられる。

また、作成したランク区分マップ(案)は、将来的なハード対策やソフト対策の優先順位付け、潜在的な災害リスク把握等に活用可能と考えられる。

一方で、本手法では、各土砂災害警戒区域の素因(12 項目の属性情報)に注目したが、斜面崩壊により大きな影響を与えている素因の明確化には至っていない。一般的な判別分析における説明変数は、概ね 3~4 項目程度となることが多いが、本手法では重回帰分析の結果から 12 項目を説明変数として採用した。全国的な適用を想定した場合、12 項目の属性情報の整理は作業量も多く、評価に時間を要するため、素因の選定方法については引き続き、検証が必要となる。

今後の検証事項として、①既往崩壊箇所の現地確認、②リスク評価結果と現地状況の比較、③代表的な地形・地質における全国的な事例を増やす、④因子分析等による説明変数の再設定等が挙げられる。これらの検証結果も含め、どういった素因が崩壊の発生しやすさ(もしくは発生しにくさ)に影響しているかを明確化していくことが求められる。

参考文献

- 1) 地形・地質に関する主題図を用いた全国における土砂災害発生リスク推定法に関する考察,令和 2 年 6

- 2) 地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究,平成 16 年 11 月,国土技術政策総合研究所資料第 204 号

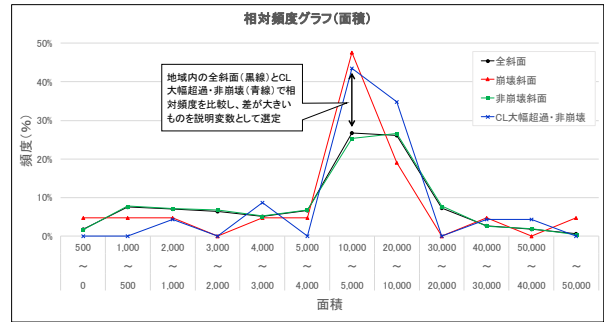


図 2 崩壊発生率の算出例

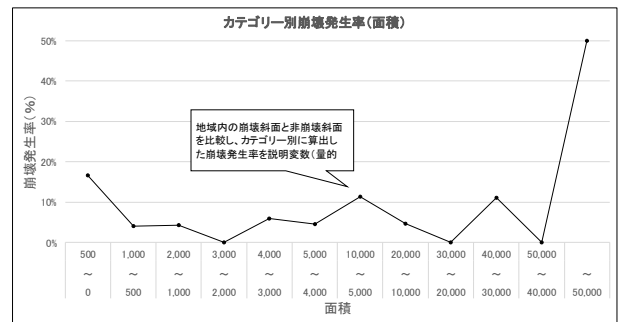


図 3 相対頻度グラフ(面積)の例

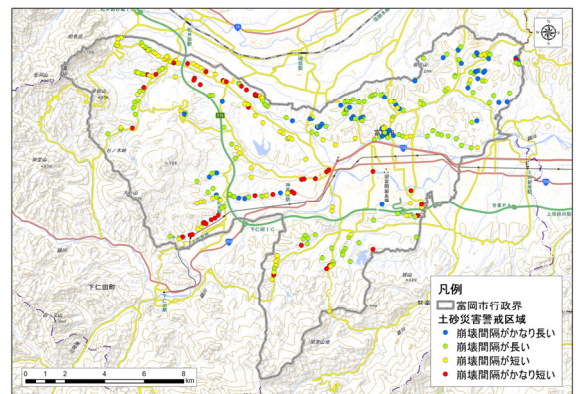


図 4 富岡市における斜面崩壊ランク区分マップ(案)

表 2 分類正誤表(富岡市全体及び CL 超過斜面)

富岡市(全体)			判別式による予測		合計
			崩壊なし	崩壊あり	
実際の崩壊	度数	崩壊なし	298	10	308
		崩壊あり	10	11	21
	%	崩壊なし	97%	3%	100%
		崩壊あり	48%	52%	100%
分類正誤率					94%

富岡市(CL超過斜面)			判別式による予測		合計
			崩壊なし	崩壊あり	
実際の崩壊	度数	崩壊なし	284	10	294
		崩壊あり	10	11	21
	%	崩壊なし	97%	3%	100%
		崩壊あり	48%	52%	100%
分類正誤率					94%