

地震による斜面崩壊発生危険度評価のための基礎研究 ～複数の事例比較による地震時の斜面崩壊特性の統計的解析～

新潟大学大学院自然科学研究科（現・八千代エンジニアリング株式会社）○辺春 あすか

新潟大学農学部 権田 豊

1.はじめに

近年の大地震では、斜面崩壊が多発し甚大な被害が生じている。こうした被害を減らすためには、地震によって発生する崩壊の規模や発生箇所を事前に予測してハザードマップを作成し、対策工などの設置を検討することが重要である。地震による崩壊ハザードマップの作成には、崩壊発生危険度の定量的な評価が不可欠であるが、一般性の高い危険度評価手法はまだ確立されておらず、特に規模の大きい崩壊を評価する手法は検討が必要である。

辺春・権田（2021）は、2016年に発生した熊本地震による崩壊を解析し、その結果を千代田ら（2020）が先行して行った2004年の新潟県中越地震および2018年の北海道胆振東部地震による崩壊・地すべりの解析結果と比較し、崩壊の規模によって崩壊や地すべりの発生に寄与する因子が共通していることを明かにした。これらの結果から、様々な規模の崩壊を評価することが可能な崩壊危険度評価式を構築することは困難であると推測できる。しかし、崩壊の規模別であれば、汎用性の高い評価式が作成できる可能性がある。

そこで、本研究では辺春・権田（2021）の研究対象事例にさらに解析事例を追加し、崩壊の規模が類似する場合、崩壊発生に寄与する因子が共通するという知見が普遍性をもつかを検証する。また、これまで千代田ら（2020）の解析結果との比較を行っていたが、対象範囲面積が広く解析因子も多いため、より普遍的な特徴を得るために同一の手法で千代田ら（2020）の対象事例も再度解析を行い結果を比較する。

2.解析方法

本研究では、2004年新潟県中越地震、2008年岩手・宮城内陸地震、2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震による崩壊と地すべりを扱った。また、各地震で崩壊・地す

べりが多発した範囲に約10km²の解析範囲を設定した。岩手・宮城内陸地震と熊本地震では地形の違いを考慮して解析範囲を2箇所設けた。各解析範囲の崩壊・地すべりの平均面積と占有面積率を表1に示す。本研究では、崩壊・地すべりの平均面積を規模の指標とする。

解析には、国土地理院の10mメッシュのDEM、産業技術総合研究所地質総合センター発行の地質図を用いた。崩壊・地すべりのポリゴンデータは、岩手・宮城内陸地震では国土技術政策総合研究所から、新潟県中越地震では国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所から提供を受けた。熊本地震と胆振東部地震は、九州地方整備局及び国土地理院がインターネット上で公開しているデータを利用した。これらをArcGIS Proに取り込み、傾斜角度、傾斜方向、断面曲率、平面曲率、地質の6つの環境因子と崩壊・地すべり分布のレイヤーを作成した。各対象範囲内で約10,000点のポイントデータを作成して各レイヤーの情報を抽出し、崩壊・地すべりと各因子の関係を解析した。さらに、数量化理論Ⅱ類により各因子の崩壊・地すべり発生への寄与度を評価した。

3.解析結果

数量化理論Ⅱ類による解析で明らかになった、各環境因子の崩壊発生への寄与度を示すレンジを、崩壊規模別に整理したものを図1に示す。規模が小さい崩壊では、傾斜角度の寄与が大きく、中間の規模では地質が、大きい規模では傾斜方向の寄与が大きくなっており、崩壊の規模が大きくなると寄与する因子が変化する傾向が見られた。特に、数量化理論Ⅱ類による解析結果として示されるカテゴリスコアから、傾斜角度が崩壊発生に大きく寄与している規模の小さい崩壊では、傾斜角度が大きくなるほど崩壊占有面積率が増加するという特徴が見られた。また、規模の大きい崩壊で崩壊発生への寄与が大きい因子である傾斜方

向では、傾斜方向によって崩壊発生への寄与度が異なるという結果が得られたが、それぞれの解析範囲で崩壊発生に対して寄与が大きな方向は異なっていた。

4.考察

今回、崩壊の規模が異なる4事例6対象範囲の地震による崩壊・地すべりの解析を行った。崩壊規模が類似する事例の間では、崩壊発生に寄与する因子に共通点が見られた。崩壊の規模によって発生に寄与する因子が異なるのは、規模が小さい崩壊では比較的すべり面が浅くて表土層のみが崩れるため傾斜角度の寄与が大きく、崩壊規模が大きくなるにつれて表土層の下位にある基岩層にすべり面が形成されるため、地質や傾斜方向の寄与が大きくなると推測される。また、傾斜方向によって崩壊発生への寄与度に差が生じるのは、基岩層の傾斜方向と斜面の地表面の傾斜方向の関係が原因ではないかと推測している。つまり、各解析範囲で崩壊発生への寄与が大きいとされた方向を持つ斜面では、流れ盤構造を持つ斜面が卓越しているのではないかと考える。これらの推測の妥当性を検証するためには、崩壊・地すべりの面積と深さの関係や基岩層の走向傾斜について解析を行う必要がある。

5.おわりに

本研究では、GISや統計的な手法を用いて岩手・宮城内陸地震における崩壊・地すべりの特性を解析し、崩壊の規模ごとに寄与する因子を整理・考察した。その結果、先行研究(辺春・権田, 2021)で示された、崩壊の規模が大きくなるにつれてそれらの寄与度の順位が一定の傾向をもつて変化するという知見が、解析事例を加えた場合でも成り立つことが確認された。この結果は、崩壊規模別の崩壊危険度評価式の構築可能性を裏付けるものである。今後、実際に評価式を構築するにあたっては、地域によって異なる地質や崩壊の発生のしやすい傾斜方向の評価方法の検討が必要である。

引用文献

千代田和馬, 佐藤和歌子, 権田豊 (2020) : 新潟県中越地震・北海道胆振東部地震における崩壊特性の比較, 2020年度砂防学会研究発表会概要集, p.377-378
 辺春あすか, 権田豊 (2021) : 統計的手法を用いた熊本地震による斜面崩壊の特性解析, 2021年度砂防学会研究発表会概要集, p.531-532

表1 各対象範囲と平均崩壊面積 (ha)・崩壊占有面積率 (%)

対象範囲	岩手・宮城 (ダム上流) 崩壊	中越 崩壊	岩手・宮城 (尾根) 崩壊	熊本 (白川流域) 崩壊	胆振 崩壊	熊本 (中央火口丘群) 崩壊	中越 地すべり	岩手・宮城 (尾根) 地すべり	岩手・宮城 (ダム上流) 地すべり	胆振 地すべり
平均崩壊面積 (ha)	0.14	0.15	0.32	0.44	0.45	0.72	1.44	2.81	5.70	11.81
崩壊占有面積率 (%)	1.11	7.73	6.07	6.06	12.71	13.75	1.83	1.06	1.04	3.39

		崩壊規模									
		(小) ←									→ (大)
各因子のレンジの大きさ	対象事例 順位	岩手・宮城 (ダム上流) 崩壊	中越 崩壊	岩手・宮城 (尾根) 崩壊	熊本 (白川流域) 崩壊	胆振 崩壊	熊本 (中央火口丘群) 崩壊	中越 地すべり	岩手・宮城 (尾根) 地すべり	岩手・宮城 (ダム上流) 地すべり	胆振 地すべり
	1位	傾斜角度 3.561	傾斜角度 6.399	傾斜角度 3.979	傾斜角度 2.830	地質 1.698	地質 2.113	地質 3.036	傾斜方向 1.937	傾斜方向 1.719	傾斜方向 2.215
	2位	傾斜方向 1.266	地質 1.148	傾斜方向 1.530	地質 1.976	平面曲率 1.466	傾斜角度 1.294	傾斜方向 2.273	傾斜角度 1.854	傾斜角度 1.527	地質 1.300
	3位	地質 1.117	傾斜方向 0.621	地質 0.920	傾斜方向 1.720	傾斜角度 1.442	傾斜方向 1.161	傾斜角度 1.293	断面曲率 1.208	地質 1.375	傾斜角度 0.773
	4位	平面曲率 0.977	断面曲率 0.552	平面曲率 0.733	断面曲率 0.696	傾斜方向 1.248	断面曲率 0.790	平面曲率 1.023	平面曲率 0.730	断面曲率 0.916	平面曲率 0.423
	5位	断面曲率 0.624	平面曲率 0.357	断面曲率 0.437	平面曲率 0.449	断面曲率 0.727	平面曲率 0.449	断面曲率 0.687	地質 0.708	平面曲率 0.723	断面曲率 0.389

図1 崩壊規模と各環境因子のレンジ順位