

地震地斜面崩壊の地形特性に関する事例研究

環境防災研究室 BADRAKH BATBILEG

指導教員 大塚 悟

1. はじめに

日本は地震活動が非常に活発な地域であり、中山間地では斜面崩壊や地すべりの地盤災害が頻発している。2024年能登半島地震でも斜面災害は復旧・復興の遅れとなるほか、河道閉塞は2次災害を生じるため大きな脅威となる。本研究は地震による地すべりの形状や規模、発生場所の分析から、地質の種類、震源地からの距離、地震震度分布などの環境要因がどのように関係しているか明らかにする。これらの分析を通じて、地震による斜面災害の発生メカニズムを深く理解し、防災対策やリスク評価の向上に貢献することを目的とする。本研究では、2004年の新潟中越地震および2024年の能登半島地震におけるGIS(地理情報システム)を活用し、地震後の斜面崩壊データを空間的に解析して、両地震の共通点と相違点を考察する。

2. 中越および能登半島地震の分析概要

2004年中越地震(M6.8)および2024年能登半島地震(M7.6)の斜面災害について、発生特性をGIS(地理情報システム)により分析した。

地震時の斜面崩壊は、地質構造を反映した大規模な深層崩壊が生じる一方で、斜面表層が崩壊する事例がある。崩壊規模も様々で、表層崩壊でも極めて広範囲に発生する事例がある。これらの崩壊形態は地震動の大きさや、地質、地形に左右されると考えられるが、影響のあり方については明らかではない。また、両地震の被災地は地すべり地帯でもあり、地すべりの影響も懸念される。

本研究では、両地震で発生した斜面崩壊のGISデータを用いて、崩壊規模や地質が地すべりの発生にどのように影響したのかを視覚化し、解析する。さらに、地すべり地形内の地質

による崩壊発生率と、地すべり地形外の地質による崩壊発生率を比較した。地すべり地形内と外による崩壊面積発生率に使用した式を表す。

$$C_{内} = \frac{a}{b} \times 100$$

ここで

C_内: 内部崩壊発生率

a: 地すべり地域内の着目地質における崩壊面積

b: 地すべり地域内の地質面積

$$C_{外} = \frac{a}{b} \times 100$$

ここで

C_外: 外部崩壊発生率

a: 地すべり地域外の着目地質における崩壊面積

b: 地すべり地域外の地質面積

これにより、地震による斜面崩壊が地質によってどのように異なるのかを明確にする。また、地震動の大きさに着目して、斜面崩壊に及ぼす震源断層線からの距離による影響を分析し、中越地震では震源断層線から7km、能登半島地震では12kmまでの距離帯における崩壊発生率を算出した。この分析で、地震活動に伴う地すべり発生リスクが震源からの距離によってどのように変化するかを明らかにする。

また、中越地震の斜面崩壊を「表層崩壊」(0.5m~2m程度)、「浅層崩壊」(2m~10m程度)、「深層崩壊」(地表から10m以上の深さで発生する崩壊)に分類し、それぞれの特性を詳しく解析した。しかし、能登半島地震では詳細情報の不足することから同様の分類を実施していない。

3. 分析結果と斜面崩壊特性の考察

図1は、中越地震の断層線からの距離に対する各地質の崩壊面積を示すが、泥岩・砂岩が0-2kmの範囲で最も多く、距離が増すにつれて泥岩は減少する傾向が見られた。また、互層、砂岩、シルト岩は同様の傾向を示す。

図2は、能登半島の地質種類の面積分布を震源断層線からの距離別で示す。火成岩は全距離帯で最も多く、0-4kmで顕著に広がる。泥岩は距離が増すにつれ急減し、10-12kmではほとんど見られない。礫岩は距離が増すと増加し、4-8kmで広がる傾向がある。砂岩は全距離帯で分布するが、距離が増すと減少し、10-12kmで大幅に低下する。

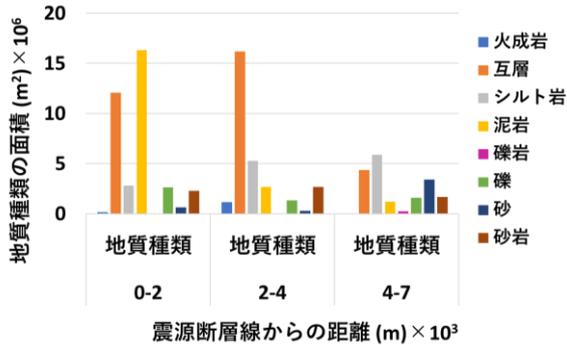


図1 中越地震の断層線からの距離別の地質種類面積分布

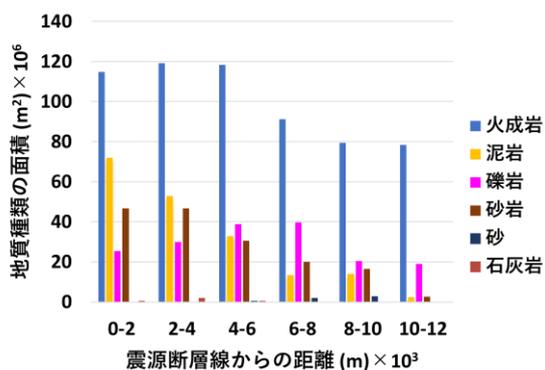


図2 能登半島地震の断層線からの距離別の地質種類面積分布

図3.1と図3.2は、中越地震の地すべり内で「表層崩壊発生率」、「深層崩壊発生率」と断層

線からの距離の関係を示す。火成岩、礫岩、礫の崩壊率が低く、断層線からの距離が離れるほどさらに低下する。一方、互層、シルト岩、泥岩、砂岩では1~3kmで崩壊率が高く、その後徐々に低下する傾向がある。特に泥岩は1km以内で非常に高い崩壊率を示すが、距離とともに急激に低下する。深層崩壊も同様で、互層、シルト岩、泥岩、砂岩の崩壊率が高く、距離が離れるほど低下する。

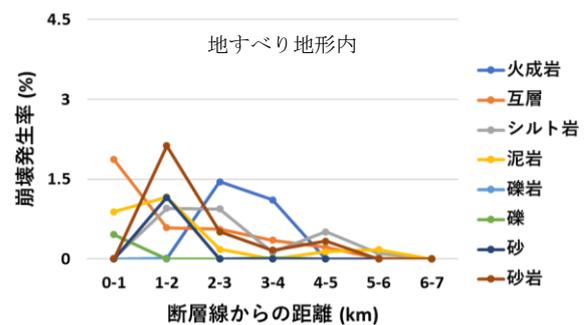


図3.1 中越地震の地質による断層線からの距離と表層崩壊発生率の関係

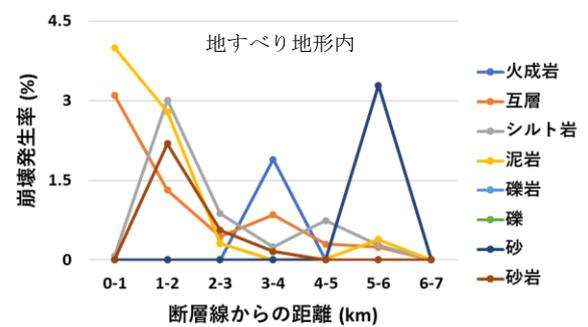


図3.2 中越地震の地質による断層線からの距離と深層崩壊発生率の関係

図4.1と図4.2は、中越地震の地すべり外で「表層崩壊発生率」、「深層崩壊発生率」と断層線からの距離の関係を示す。火成岩、礫岩での崩壊率は極めて低く、互層、シルト岩、泥岩は1~3kmで崩壊率が高い。砂岩では1~2kmで特に高い崩壊率を示し、その後は徐々に減少する。深層崩壊では、泥岩は1km以内で非常に高い崩壊率を示すが、急激に低下する。

砂岩も同様に 1~2km で高い崩壊率を示す。

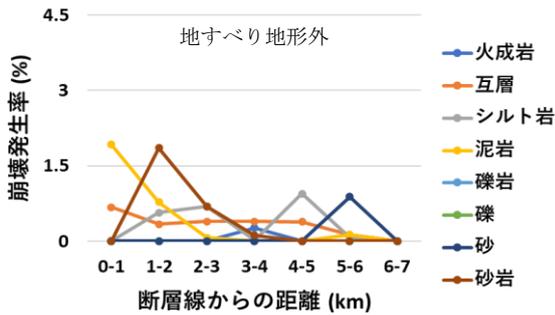


図 4.1 中越地震の地質による断層線からの距離と表層崩壊発生率の関係

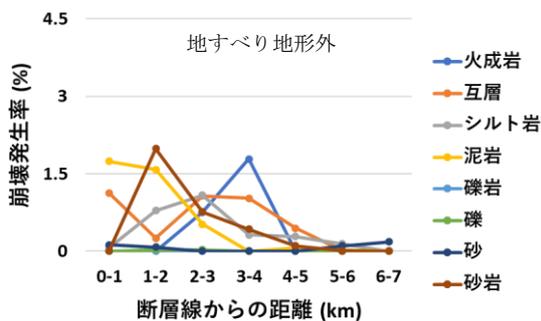


図 4.2 中越地震の地質による断層線からの距離と表層崩壊発生率の関係

図 5.1 と図 5.2 は、能登半島地震の断層線からの距離における「地すべり地形内」と「地すべり地形外」の崩壊発生率の関係を示す。能登半島地震の地すべり地形内では、火成岩、礫岩、泥岩で比較的高い崩壊率が確認され、特に泥岩は 2~4km で最も高く、8~10km で再び増加する特徴がある。砂岩は 4~6km で低下するが、8~10km で最も高い崩壊率を示す。地すべり地形外では、火成岩、礫岩の崩壊率が低く、泥岩は 0~2km で最も高く、その後減少する。砂岩は距離による変動が大きく、0~2km と 6~8km で高い崩壊率を示すが、それ以外では低い値になった。砂岩の崩壊率が高いが、岩盤の繰り返しせん断に対する応答挙動は明らかではない。液状化が生じるとの指摘があるが、実験的解明が望まれる。

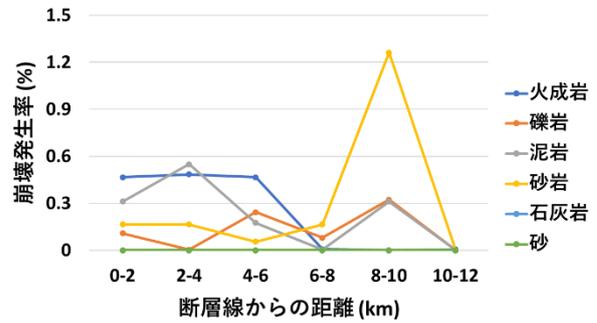


図 5.1 能登半島地震の地質による断層線からの距離と崩壊発生率の関係

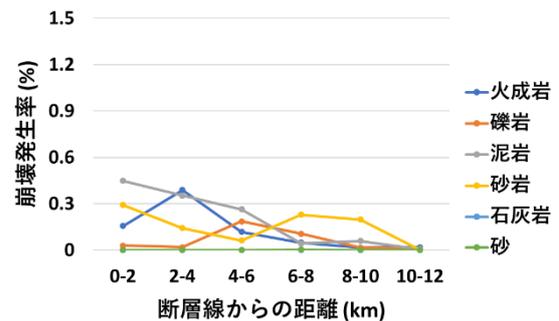


図 5.2 能登半島地震の地質による断層線からの距離と崩壊発生率の関係

4. まとめ

中越地震と能登半島地震の斜面被災事例の分析より、断層線に近い地域では崩壊発生率が高く、距離が離れるにつれてその発生率は低下する。泥岩と砂岩の互層および砂岩で崩壊率が高いが、泥岩は断層線からの距離によって崩壊率が顕著に低下する。また、地すべり地形内では、表層崩壊と比較して深層崩壊の崩壊発生率の高いことが明らかになった。