

起伏量を指標とした地震による崩壊発生評価に関する研究

独立行政法人土木研究所 ○武澤永純・内田太郎（現国土技術政策総合研究所）・石塚忠範
国際航業株式会社 本間信一・小林容子

1. はじめに

斜面崩壊は地震や豪雨によって引き起こされることが多く、人命や財産に深刻な被害を及ぼすことがある。特に地震による大規模な斜面崩壊は甚大な被害を生じる可能性が高いため、発生箇所を予測し、対策を講じることは重要である。大規模な斜面崩壊が発生する場の条件としては、地質や地下の水理特性等に加えて様々な条件が影響する。中でも、“斜面の大きさ”が崩壊の大きさの上限を規制していることはほぼ自明であり、実際に斜面の大きさと崩壊の規模に関係があることが示されている¹⁾。その上で、斜面の大きさに着目した崩壊発生評価の研究が行われてきた^{例(例えば2)、3)}。

一方、近年の地形情報の高精度化・デジタル化とともに解析技術の進歩と合わせて、広域の地形量データを比較的容易に解析できるようになった。そこで、斜面崩壊に関する研究でも、地形量と崩壊の関係に関する議論が急速に進んできた。その結果、地形量と崩壊の関係を議論する上で、地形量を算出する際のスケールが大きく影響することが明らかにされてきた^{例(例えば4)、5)}。しかし、これまでの地形量を算出するスケールの影響に関する多くの研究で対象としている崩壊の規模は、崩壊面積 $10^2 \sim 10^3 m^2$ オーダーであり、大規模な崩壊を対象にした研究はほとんどない。

そこで、本研究では、大規模な斜面崩壊が多発した過去の地震による崩壊事例を元に、斜面の規模が崩壊発生、崩壊規模に及ぼす影響を分析した。その際、斜面の規模を評価するためのウィンドウサイズの影響についても合わせて分析した。なお、本研究における用語の定義は表-1にまとめた。

2. データセット作成

対象とする地震は2008年岩手・宮城内陸地震であり、対象地域は強震域を含んだ $914 km^2$ である。崩壊地は地震後1～18日後の間に撮影された縮尺 $1/10,000 \sim 15,000$ の空中写真から3871箇所を判読し、GIS上で崩壊地ポリゴンデータを作成した。また、崩壊面積を指標としてグループ分けを実施した(表-2)。検討範囲内は50mメッシュで区切り、崩壊地ポリゴンデータと重ね合わせ、崩壊メッシュを設定した

本研究では斜面の規模を評価する指標として、起伏量を用いた。起伏量は、50mDEMを用いてメッシュごとに算出した。ウィンドウサイズ(図-1参照)は、 3×3 メッシュ($150 \times 150 m$)、 5×5 メッシュ、 7×7 メッシュ、 11×11 メッシュ、 21×21 メッシュ、 41×41 メッシュの7パターン設定した。

3. 検討結果

図-2には、起伏量と比崩壊メッシュ率及びカバー率の関係について、ウィンドウサイズ150mを例に示した。この例では、崩壊面積によらず、起伏量が大きくなると、比崩壊メッシュ率は大きくなった。このことは起伏量が

表-1 本研究における用語の定義

名称	意味
起伏量	該当メッシュを中心として設定したウィンドウサイズ内における、最大と最低の標高値の差
ウィンドウサイズ	起伏量を計算する範囲内のメッシュの数、もしくは計算する範囲を矩形とした場合の1辺の長さ
崩壊メッシュ	崩壊地ポリゴンが少しでも重なったメッシュ
崩壊メッシュ率	任意の起伏量帯に存在するメッシュ数に対する崩壊メッシュ数の割合
比崩壊メッシュ率	崩壊メッシュ率を、表-2に示す対象地域全域の「全崩壊メッシュ数/全メッシュ数」で除した値
カバー率	任意の起伏量帯以上の起伏量帯に存在する崩壊メッシュ数の全崩壊メッシュ数に対する割合

表-2 崩壊面積区分

崩壊面積区分(m^2)	崩壊数	崩壊メッシュ数/全メッシュ
100～1,000	2769	0.01674
500～5,000	1805	0.0165
1,000～10,000	966	0.01219
50,00～50,000	196	0.00571
10,000～100,000	89	0.00388

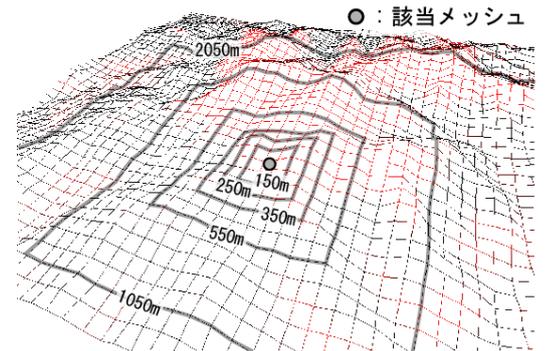


図-1 起伏量のウィンドウサイズ概念図

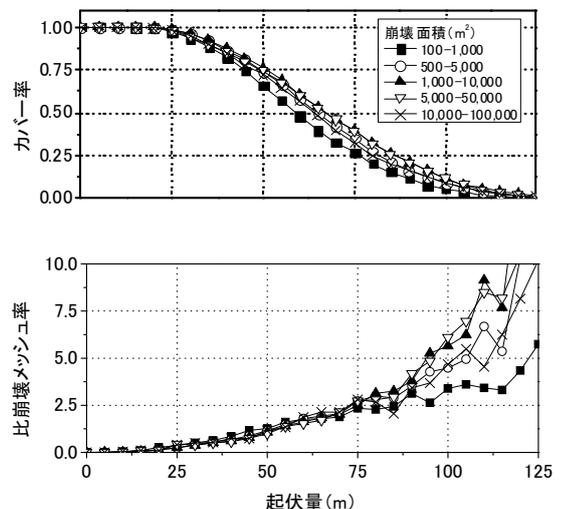


図-2 起伏量と比崩壊メッシュ率、カバー率の関係 (ウィンドウサイズ 150m)

大きい場所ほど崩壊面積によらず、崩壊が発生した確率が高いことを意味している。一方で、起伏量が大きくなると、カバー率は小さくなり、起伏量60m付近でカバー率は約0.5となった。これは、起伏量60mより大きい範囲に約半数の崩壊メッシュが存在することを意味している。さらに、比崩壊メッシュ率は、起伏量75m未満では崩壊面積による顕著な差はみられないが、それより大きくなると比崩壊メッシュ率の差が大きくなった。一方、カバー率は崩壊面積100-1,000m²以外は崩壊面積による顕著な差はみられなかった。

次に、ウィンドウサイズと崩壊規模の関係を明らかにするために、ウィンドウサイズごと、崩壊規模ごとにカバー率と比崩壊メッシュ率を算出した(図-3)。図よりカバー率が減少すると、比崩壊メッシュ率が増加することがわかる。さらに、図-2のカバー率と比崩壊メッシュ率の関係を元に、あるカバー率における比崩壊メッシュ率を、ウィンドウサイズごと、崩壊面積ごとに整理した結果を図-4に示す。

図より、カバー率0.7のときは、比崩壊メッシュ率が1より小さいものが見られる。比崩壊メッシュ率1とは、対象地域914km²における平均の崩壊発生率と等しいという意味であり、平均の崩壊発生率より小さいということは、起伏量という指標を用いて崩壊発生危険度を評価できない(絞り込めない)ことを意味している。

一方、カバー率が0.3のときは、比崩壊メッシュ率は高くなり、崩壊面積により、比崩壊メッシュ率が高いウィンドウサイズが異なっている。ここで、各崩壊面積区分において、最も高い比崩壊メッシュ率を示すウィンドウサイズは、その崩壊面積区分の発生を最も良好に評価していることになる。崩壊面積区分100-1,000m²~5,000-50,000m²までは、最も崩壊メッシュ率が高いウィンドウサイズはほぼ150mである。しかし、10,000-100,000m²では、カバー率0.7の場合は350m、カバー率0.3の場合は550mが最も比崩壊メッシュ率が高い。

そこで、カバー率0.2-0.9の範囲において、崩壊面積区分毎に最も高い比崩壊メッシュ率を示すウィンドウサイズを整理した結果を表-3に示す。表より、カバー率0.9、0.8における比崩壊メッシュ率は、すべてのウィンドウサイズにおいて1未満であった。また、崩壊面積区分が大きくなるほど、最も高い比崩壊メッシュ率を示すウィンドウサイズは大きくなるのがわかる。

以上の結果をまとめると以下ようになる。

- ① 地震による斜面崩壊の発生危険度は、起伏量の影響を受けている。
- ② 起伏量算出における最適なウィンドウサイズは、崩壊規模によって異なる。

参考文献：1) 羽田野誠一：地すべり性大規模崩壊と地形条件-和歌山県有田川上流の事例-、災害科学総合シンポジウム、No.5、p.209-210、1968。 2) 浅井ら：大規模崩壊の発生の際の条件、土木技術資料、Vol.29、No.6、p.9-14、1987。 3) 内田ら：地質及び隆起量に基づく深層崩壊発生危険地域の抽出、土木技術資料、Vol.49、No.9、p.32-37、2007。 4) 岩橋ら：LiDAR DEMを用いた表層崩壊のアセスメントに適する勾配と凹凸度の計算範囲の推定、地形、Vol.30、No.1、p.15-27、2009。 5) 西田ら：数値地形モデルに基づく地震時山腹斜面崩壊斜面の地形解析、砂防学会誌、Vol.49、No.6、1997。

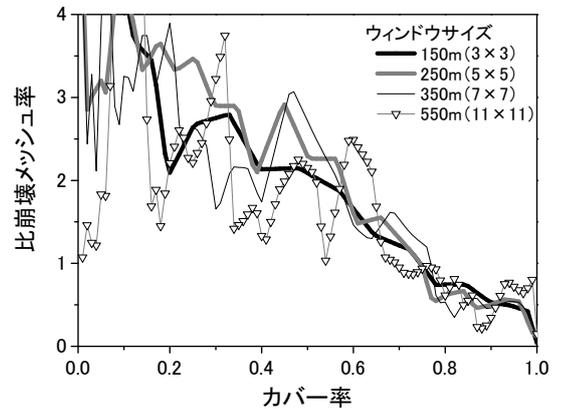


図-3 比崩壊メッシュ率とカバー率の関係 (崩壊面積区分 10,000-100,000m²)

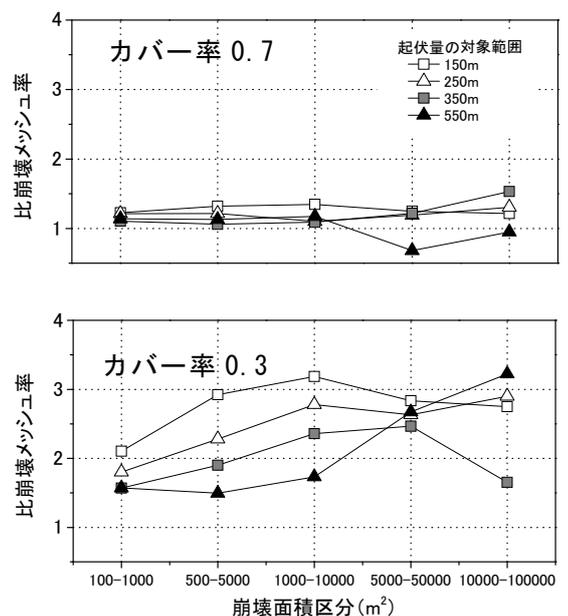


図-4 ウィンドウサイズ毎の比崩壊メッシュ率に対する崩壊面積区分の関係

表-3 同一カバー率内で最も比崩壊メッシュ率が高いウィンドウサイズ

カバー率	崩壊面積区分 (m ²)				
	100-1,000	500-5,000	1,000-10,000	5,000-50,000	10,000-100,000
0.9	崩壊メッシュ率比1未満				
0.8	崩壊メッシュ率比1未満				
0.7	150	150	150	150	350
0.6	250	150	150	250	550
0.5	150	150	250	250	350
0.4	150	150	150	150	250
0.3	150	150	150	550	550
0.2	150	150	150	150	350