

令和 6 年能登半島地震における崩壊の集中性に関する一考察

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○森田耕司，小山内信智，中谷洋明
井上隆太，高橋和樹

1. 緒言

本年 1 月 1 日に能登半島を震源とする地震において多くの斜面崩壊や地すべりなどが発生した。地震による崩壊については、これまで内田ら（2004）のほか、ほぼ同じ地域での 2007 年能登半島地震についても林ら（2011）が詳しく報告している。しかし、地震動に起因する斜面崩壊については、降雨起因のものに比べ事例が少ない。そこで本稿では、崩壊の発生/非発生の判定手法の基礎的資料として、今回の能登半島地震について公開されているデータを用いて、地震動や降雨等の各種観測データを整理し、崩壊の集中性に関して考察を行った。

2. 対象地震に関する各種観測データ

今回は、サンプリングバイアスが生じないように崩壊の発生メッシュのみならず、非発生メッシュを含めて解析対象の領域を設定した。具体的には図-1 に示す能登半島の 3 市 4 町の範囲（合計約 1,840km²）を対象とし、土地利用 3 次メッシュ（1km メッシュ）毎に、以下のデータを収集・整理した。

(1) 地震

気象庁や防災科学技術研究所によって強震動観測網が整備されている。今回は QUIET+（旧 QuiQuake）で公表されている、250m メッシュの分解能の計測震度相当値、地表最大速度（PGV）、及び地表最大加速度（PGA）の推定値について、それぞれ平均化して土地利用 3 次メッシュ毎に代表値とした。

(2) 降雨

降雨情報については、気象庁が公開している 1 km メッシュの解析雨量を地震発生の 1 月 1 日 16 時から時間単位で遡り、12、24 時間、2、3、7、10、14 日間の雨量を整理した。同様に、地震の発生した 1 月 1 日 16 時の土壌雨量指数についても、1km メッシュで公開されているデータを整理した。

(3) 斜面崩壊・堆積分布データ

国土地理院が公表した空中写真より判読した斜面崩壊及び土砂堆積箇所の分布データを用いた。

（全体メッシュ数:1795，うち崩壊等を含むメッシュ数:718）ただし、斜面崩壊箇所については、斜面崩壊箇所とその土砂が流下・堆積した箇所の区別がされていない。

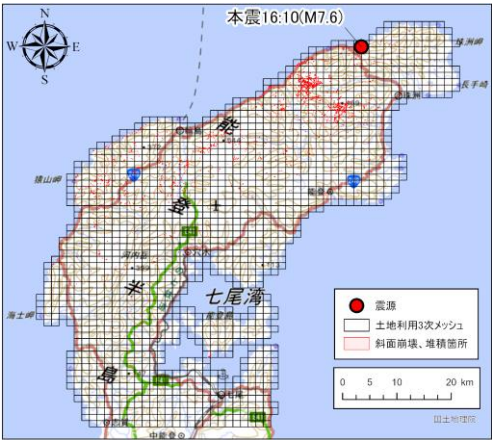


図-1 斜面崩壊・堆積分布データの範囲³⁾

3. 結果の整理

1km メッシュ毎に、斜面崩壊・堆積分布データから崩壊等の範囲を含む「崩壊メッシュ」と含まない「非崩壊メッシュ」に分けるとともに、崩壊面積率を算出し、強震動データや降雨データとの関係を整理した。

まず、メッシュ毎の地震の最大速度(PGV)，最大加速度(PGA)，計測震度相当値，崩壊面積率，降水量(12，24 時間，2，3，7，10，14 日間)の平均値，標準偏差，変動係数を表-1 に，崩壊メッシュと非崩壊メッシュの平均値とその比（崩壊メッシュ/非崩壊メッシュ）を表-2 に示す。

また，崩壊面積率，PGV，PGA に関する崩壊メッシュと非崩壊メッシュの分布について図-2 に示す。

さらに降雨との関係は，土壌雨量指数と PGA，崩壊面積率に関するメッシュ分布を図-3，地震前の 24 時間，7，14 日間の降水量と PGA，崩壊面積率の分布を図-3 に示す。

表-1 各データの平均値，標準偏差，変動係数

	強震観測データ			累積雨量（mm）								土壌雨量指数
	計測震度相当値	PGV (cm/s)	PGA (cm/s ²)	12時間	24時間	2日	3日	7日	10日	14日		
平均値	5.93	74.09	848.17	1.60	2.06	36.09	37.01	57.37	105.76	191.92	44.67	
	5.97	75.85	837.43	1.66	2.22	36.88	37.92	59.38	105.88	196.04	45.46	
	5.91	72.92	855.32	1.55	1.95	35.57	36.41	56.02	105.68	189.17	44.15	
標準偏差	0.31	23.90	290.53	1.59	1.43	5.45	5.49	8.45	13.80	24.77	3.90	
	0.25	21.44	163.74	1.97	1.72	5.52	5.54	8.05	11.67	24.40	3.88	
	0.34	25.33	350.25	1.33	1.18	5.33	5.37	8.44	15.06	24.64	3.83	
変動係数	0.05	0.32	0.34	1.00	0.69	0.15	0.15	0.15	0.13	0.13	0.09	
	0.04	0.28	0.20	1.15	0.78	0.15	0.15	0.14	0.11	0.12	0.09	
	0.06	0.35	0.41	0.86	0.61	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.09	

上段:全メッシュ、中段:崩壊メッシュ、下段:非崩壊メッシュ

表-2 崩壊・非崩壊メッシュの各データの平均値とその比

	強震観測データ			累積雨量（mm）								土壌雨量指数
	計測震度相当値	PGV (cm/s)	PGA (cm/s ²)	12時間	24時間	2日	3日	7日	10日	14日		
崩壊mesh 平均値	5.97	75.85	837.43	1.66	2.22	36.88	37.92	59.38	105.88	196.04	45.46	
非崩壊mesh 平均値	5.91	72.92	855.32	1.55	1.95	35.57	36.41	56.02	105.68	189.17	44.15	
崩壊/非崩壊	1.01	1.04	0.98	1.07	1.14	1.04	1.04	1.06	1.00	1.04	1.03	

4. 考察

今回、公開されているデータを用いて、3市4町の全体での崩壊メッシュの分離可能性を見るためのその結果は下記の通りである。

- ・崩壊面積率と最大加速度(PGA), 最大速度 (PGV) の明確な関係は認められなかった。PGA は、全体のばらつきは PGV に比べてやや大きかった。PGA については、崩壊メッシュのばらつきは PGV よりも小さかった。
- ・土壌雨量指数や降雨についても崩壊面積率との顕著な関係は確認できなかった。表-2 の平均値の比でみた場合は、直前 24 時間雨量の雨量が判別指標として優れていた。(ただしこれは地震前の降雨が少なく、降雨による影響が限定的であった可能性が考えられる。)
- ・PGA と PGV を比較した場合、平均的に見て発生/非発生比は、それぞれ 0.98, 1.04 であり、PGA では逆転しており、PGV の方が判別指標として優れている可能性が示唆された。発生メッシュにおける PGV 平均値は 75.85m/s, 非発生メッシュにおける PGV 平均値は 72.92m/s であり、発生メッシュの方が 2.93m/s だけ大きかった。しかし標準偏差は区別しない場合で 23.90m/s と大きいと分離性は良くない。
- ・単独の因子での分離は難しく、今後多因子を組み合わせた分析が不可欠と言える。

今回使用した国土地理院の判読データには流下・堆積範囲も含まれており、これらの明確な関係が確認できなかったとも考えられる。今後、より詳細に崩壊地の判読がされた場合には、そのデータを用いて再度整理を行う必要がある。

<引用・参考文献>

- 1) 内田ら: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資料 No. 204, 2004
- 2) 林ら:地震による斜面崩壊の面積率に関する考察-2007 年能登半島地震を例にして-, 砂防学会誌 Vol.64, No.3, p.21-27, 2011
- 3) 令和 6 年 (2024 年) 能登半島地震に関する情報, 国土地理院 HP (https://www.gsi.go.jp/BOUSA/I/20240101_noto_earthquake.html#6-1)

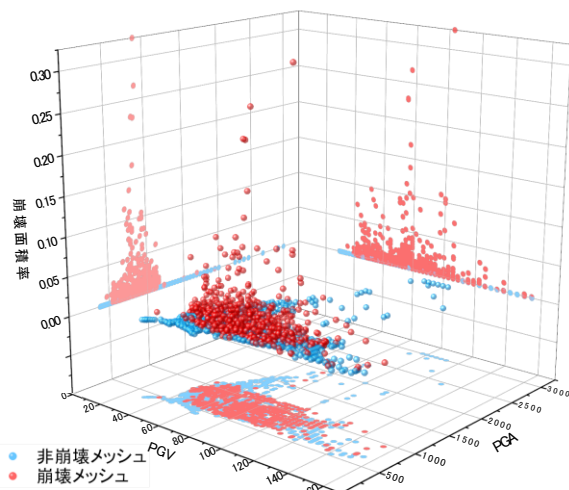


図-2 PGV, PGA, 崩壊面積率のメッシュ分布

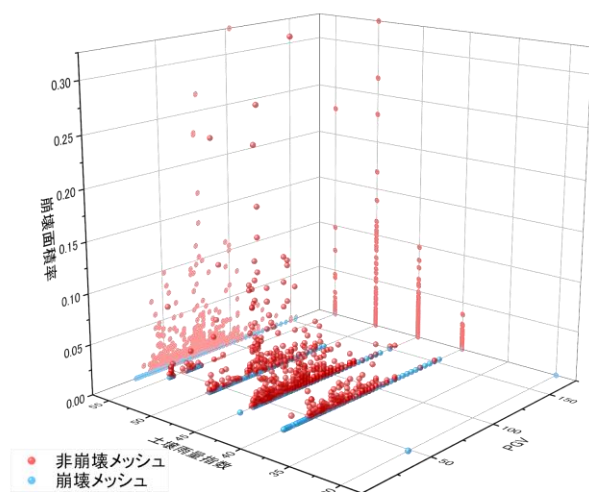


図-3 土壌雨量指数, PGV, 崩壊面積率のメッシュ分布

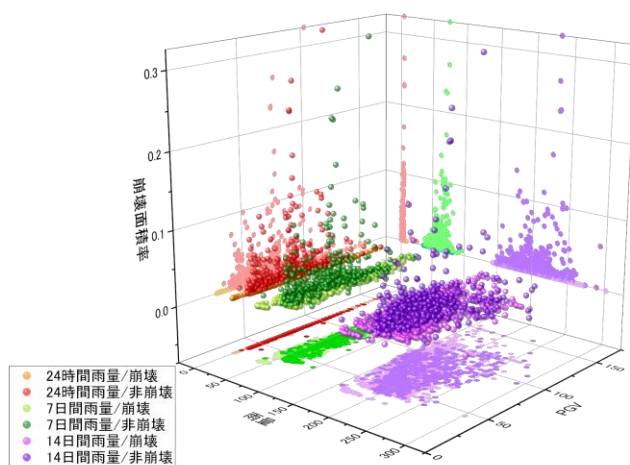


図-4 雨量, PGV, 崩壊面積率のメッシュ分布