

土砂災害のサイレントキラーとなる地震による地表変状  
-鶴岡市西目で発生した地すべりを例として

Earthquake-triggered surface deformation that can cause landslides with a delay.

○古谷 元・齊藤隆志

○Gen Furuya and Takashi SAITO

Debris flows and slope failures that occur with a delay after an earthquake are affected by the topographic changes caused by the earthquake. The phenomenon in which a mass of soil that has collapsed from a slope into a valley is fluidized by the next heavy rainfall is considered to be the same mechanism as that of landslide dams that occur during earthquakes. Fissures appeared on slopes can play an important role in the occurrence of postseismic landslides. The landslide that occurred in December 2022 in the Nishime area of Tsuruoka City, Yamagata Prefecture, is thought to have been influenced by the cracks and collapses that occurred during the 2016 Yamagata Prefecture earthquake.

1. はじめに

地震により発生する土砂災害は、近年では2016年熊本地震や2018年北海道胆振東部地震で多くの報告がある。地震により発生する地表変位には、広範な地殻変動によるもの、ローカルな地盤地形地質条件および地表の振動に影響される様々な形のものがあると考えられる。ここでは、2022年12月31日山形県鶴岡市西目で発生した地すべりに、その3年半前に発生した2019年山形県沖地震によって生じた地表変状が影響を与えた可能性があると考え、現場調査と考察を行った結果を示す。

2. 鶴岡市西目で発生した地すべり

2022年12月31日午前1時ころ、山形県鶴岡市西目字斎藤地内で幅約220m高さ約30mにわたって土砂が崩落し地すべりが発生した。新聞報道(1)では、山を削ったことで崖の基部にひずみがたまり、長年の風化で岩盤の強度劣化も進行、記録的降雨が重なり土砂崩れが起きたとされる。この地すべりによって、死者2名軽傷2名の人的被害が生じた。

3. 地震が地すべり発生に影響を与えたと考えた理由

地震後の空中写真に切土部分に新鮮な崩壊が見られること。鶴岡市の12月の降水量は500.5mmで過去30年平均の278.7mmであり12月21日から30日の10日間の降水量は165.5mmと比較的

多いが崩壊した部分の面積が狭いことから、浸透水が直接の原因となるには少ないこと。また、2019年山形県沖地震の西目地区周辺の観測点(JMA鶴岡, K-NET温海)の加速度記録に $500 \text{ cm/s}^2$ を超える値があることと震央と崖の方向と崖の面との関係が直交に近いことなどから、地震によって土砂の崩壊の原因となる地表変状が生じた可能性があると考えた。

4. 地震が地すべり発生に影響を与えたと考えた理由

地震後の空中写真に切土部分に新鮮な崩壊が見られること。鶴岡市の12月の降水量は500.5mmで過去30年平均の278.7mmであり12月21日から30日の10日間の降水量は165.5mmと比較的が多いが崩壊した部分の面積が狭いことから、浸透水が直接の原因となるには少ないこと。また、2019年山形県沖地震の西目地区周辺の観測点(JMA鶴岡, K-NET温海)の加速度記録に $500 \text{ cm/s}^2$ を超える値があることと震央と崖の方向と崖の面との関係が直交に近いことなど(汐満ほか, 2020)から、地震によって土砂の崩壊の原因となる地表変状が生じた可能性があると考えた。

5. 空中写真を用いた地表変状の把握

図-1, 図-2, 図-3および図-4に地すべりが発生した周辺部の多時期の空中写真(交差法で判読可能)を示す。地震後、切土部分に新鮮な崩壊が見られ、地すべり部は植生があり、大きな変状は読み取れない。

6. 手法

山形沖地震後（2022年6月）に実施されたレーザー測量データ（1m-LiDAR DEM）を用いて土砂災害予測基本図（特許第7153330号）を作成し、崩壊前の地形の詳細を検討した。

## 7. 結論

空中写真判読と土砂災害予測基本図から、1970年代以降に切り取りによってできた崖の部分には小さな崩壊と亀裂を伴う地表変状が生じていることが確認された。この地形変状は2019年山形沖地震で生じたと考えられ、生じた亀裂や破壊面などにその後3年半の間に水が浸透して、今回の地すべり発生を引き起こす原因となったと考えられる。この部分は、地震前には谷地形を呈していたが、地震によって生じた複数の亀裂に、3年半、降水が鉛直浸透し今回の崩壊の端緒となる面を弱化させ、斜面末端の小崩壊部の拡大をさせるなどが考えられる。そのため、2023年12月の比較的多い降雨や融雪によって地すべり

が発生したと考えられる。

## 謝辞

本研究は、東京大学地震研究所・京都大学防災研究所、拠点間連携共同研究プログラムの援助をうけました。使用した1m-LiDAR DEMは、鶴岡市農山漁村振興課および山形県庄内総合支庁建設部より提供を受けた。記して、謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 山形新聞, [https://www.yamagata-np.jp/news/202305/21/kj\\_2023052100454.p hp](https://www.yamagata-np.jp/news/202305/21/kj_2023052100454.p hp)
- 2) 汐満将史・境有紀・中澤駿佑・三木彩加・野崎光輝: 2019年山形県沖の地震における強震観測点周辺の状況と発生した地震動との対応性, 日本地震工学会論文集, 第20巻, 第6号, pp. 65-84, 2020.



図-1 切土前の西目地区（交差法で立体視可能）

図-2 切土進行中の西目地区



図-3 1976年撮影 切土はほぼ終了 東側から植栽

図-4 2019年山形沖地震後斜面の滑落が見られる

図-4（左）土砂災害予測基本図鳥観図（2023年1月測量実施）

図-5（右）土砂災害予測基本図鳥観図（2019年6月測量実施）赤実線は地すべり部

A：亀裂の位置 地すべりが生じた部分に亀裂または崩壊が見られる 写真は、亀裂の状態を示す

