

令和6年能登半島地震による地すべり発生メカニズム

—令和6年能登半島地震砂防学会調査団第4班調査報告—

富山県立大学
国土防災技術(株)
(国研)土木研究所
(株)建設技術研究所

○古谷元
小川内良人
杉本宏之
鶴見侑生

函館高专
日本工営(株)
(一財)砂防・地すべり技術センター
日本総合建設(株)

金俊之
田中靖政
岸本海笛
小野和行

1. はじめに

能登半島のうち特に奥能登地域では、令和6年能登半島地震が起因した地すべり・斜面崩壊が多数発生し、甚大な地震時の土砂災害になった。この土砂災害に対して砂防学会調査団第4班では地すべり発生メカニズムおよび地すべり防止施設の効果・被害に関する現地調査を実施した。本報告では、第4班で実施した現地調査のうち、地質・地形の観点からの地すべり発生メカニズムに関する調査結果を述べる。なお、地すべり防止施設に関する内容は、杉本ほか(2025)で報告する。

2. 能登半島の地質・地形および調査の概要

図1は能登半島北部(奥能登地域)の地質図である。この地域における地質・活断層は、概ね東北東-西南西方向に延びている。特に表層地質は、主として火砕岩類と堆積岩類から構成されている。奥能登地域の地形は、北西(外浦)側の山地・丘陵地の標高が高く、南東(内浦)側のそれが低い。稜線や河川上流部の地形発達方向は、地質構造のそれに概ね調和的である。このような地質・地形形成の背景は、約3,000万年前から始まった日本海拡大時の地殻変動の関連性が考えられている(尾崎他, 2019)。

本調査団第4班では、2024年6月22~23日に現地にて調査候補地の選定を実施し、11月2~4日、および9~10日に市ノ瀬、鈴屋、清水、地原、仁江、および上田長の各地区で地質、地形踏査を実施した。これらのうち本報告では、図1に示した市ノ瀬、鈴屋、清水、地原の各地区の結果を取り上げる。



図1 能登半島北部の地質と調査箇所の位置
(産総研 能登半島北部の20万分の1 陸域地質図に加筆)

3. 踏査結果

3.1 市ノ瀬地区

図2は、市ノ瀬地区で発生した地すべり(長さが約1.1km, 幅が最大で約300m)である。地質は、新第三紀中新世縄又層(砂岩、泥岩、礫岩)から構成される。地震災害前の地形は、西側尾根部で南北方向の線状凹地、斜面下部側で地すべり地形が判読されていた。今回の地震では、斜面尾根部(南側)まで地すべりの滑動域が拡大し、地すべりブロックは概略的に2つの移動体として区分できる。頭部滑落崖直下や2次滑落崖直下で豪雨後に露出した北西傾斜の基盤面(すべり面)上では、地すべりによる南北方向の擦痕が確認されている。この地すべりでは、直線的な西側側壁や2次滑落崖の形状より図中に矢印で示す南北方向と東西方向の断層が考えられ、それぞれが地すべりのブロックと主滑動方向を規制したと推察される。また地すべり土塊の横断面は、北西傾斜の基盤と南北方向の断層がくさび状に交差する非対称な形状が考えられる。このことは、西側側壁周辺に地下水が集中しやすいことを示唆する。2次滑落崖より下部の土塊は、土塊の形状をある程度保ちながら起伏に富んだ地形を形成していることから、いくつかの小ブロックに分かれながら滑動し、脚部で紅葉川に面して解放された形状を呈している。脚部の土塊(岩塊・土砂)の一部は、紅葉川へ流入して河道閉塞を引き起こした。

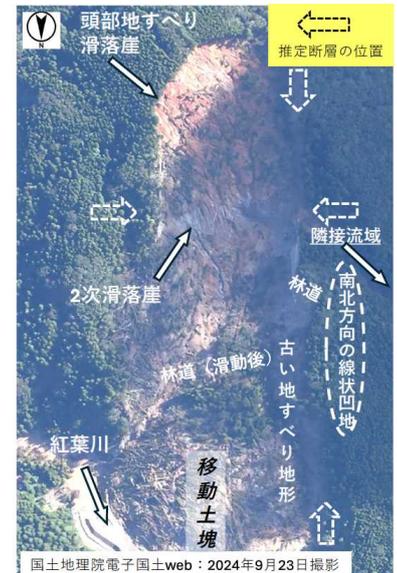


図2 市ノ瀬地区の地すべり
(輪島市市ノ瀬町)

図3は、鈴屋地区で発生した地すべり(発生域の長さが約150m, 幅が約120m)である。地すべり土塊は、その最大土砂到達距離が冠頂部から鈴屋川を越えた約260mであり、鈴屋川を河道閉塞した。地質は、新第三紀中新世飯塚層(珪質シルト岩・砂岩、流紋岩質凝灰岩を含む)で

3.2 鈴屋地区

図3は、鈴屋地区で発生した地すべり(発生域の長さが約150m, 幅が約120m)である。地すべり土塊は、その最大土砂到達距離が冠頂部から鈴屋川を越えた約260mであり、鈴屋川を河道閉塞した。地質は、新第三紀中新世飯塚層(珪質シルト岩・砂岩、流紋岩質凝灰岩を含む)で



図3 鈴屋地区の地すべり
(輪島市町野町)

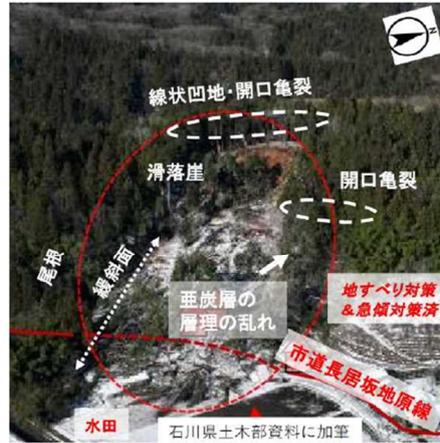


図4 地原地区の地すべり
(輪島市門前町)



図5 清水地区の地すべり
(珠洲市清水町)

あり、 $N55^{\circ} E40^{\circ} NW$ の地すべり西側側壁に傾斜した流れ盤構造である。地震災害前の地形は、尾根部に線状凹地、斜面中腹に地すべり地形、東側に谷地形、および斜面脚部が鈴屋川の攻撃斜面で構成されていた。今回の地震では、地すべり周辺で新たな明瞭な段差地形が発生していた。また頂部では、滑落崖の方向を規制する北東-南西方向の層理面とこれと同じ方向の断層(傾斜 40° 程度)が推定され、北西-南東方向の節理が発達していた。地すべり東側から尾根部の側壁では、破碎状な層構造と過去に複数回生じた崩壊の痕跡が認められた。すべり面と考えられる岩盤では、層理面の傾斜方向($N40^{\circ} W$)に被る東側側壁と同方向($N12^{\circ} W$)の擦痕が確認された。これは、以前より層理面に沿った変形を示唆している。

3.3 地原地区

図4は、地原地区で発生した地すべり(長さが160m、幅が約70m)である。この地すべりは、2007年能登半島地震の斜面对策を実施した斜面の隣接部(未対策)で発生したものである。地質は、古第三紀漸新世~新第三紀中新世縄文層(砂岩・泥岩互層で一部に炭化物を含む)である。この地すべりは、流れ盤構造であり、 $N45^{\circ} E60^{\circ} S$ の節理が発達した平面的な滑落崖が形成されていた。この節理では、節理面に褐鉄鉱が付着しており、すでに開口部から地下水の流入がしていたと判断される。なお、滑動に関連するせん断面はなかった。地すべり周辺の地形は、尾根部で今回の地震前に形成された線状凹地や、今回の地震で形成された開口亀裂が認められた。当該斜面の中腹部は、緩傾斜であるが、北側側壁の露頭で亜炭層の乱れがあることから、以前に小さな地すべり滑動が生じていたことが推察された。今回の地すべり土塊の末端部では、水田上で流動化が認められた。地すべりの発生機構は、下部斜面の地すべり小ブロックの滑動し、斜面上部の開口節理が発達した風化岩盤まですべりが拡大したものと推察される。

3.4 清水地区

図5は、清水地区の千谷川周辺で発生した地すべりである。地質は、新第三紀中新世法住寺総(石灰質シルト岩)、

栗蔵層(流紋岩火砕岩)が分布し、受盤構造である。調査箇所では、海岸線に平行な $EW \sim N75^{\circ} W$ 方向の断層や節理が発達し、海岸斜面で岩盤が風化により岩塊状から砂礫状に脆弱化していた。同地区の地形は、海岸沿いで標高50~100mの海岸段丘の他に、東西方向のリニアメント、尾根部で急崖地形、斜面中腹部で崖錐地形が発達していた。また千谷川を挟んで地すべり地形(清水Aブロック、同Fブロック)が存在し、今回の地震では、地すべり土塊の一部が千谷川へ滑動した。また千谷川に面した崖面では、上流側へ進むにつれて硬質な岩盤が分布し、地すべりだけでなく岩盤崩落の形態での土砂移動も認められた。これらの状況より、今回の地すべりの要因は、尾根の急崖部での地震動の増幅だけでなく、地質、地形構造の他に海岸側での岩盤風化の進行に伴う強度劣化の関与が推察される。

4. まとめ

本報では、砂防学会調査団第4班が堆積岩分布地域と火砕岩類分布地域で実施した現地調査結果のうち、4箇所の代表事例を述べた。これらの結果から、再滑動した地すべりは、地震動の他に地質構造と今回の災害前までの地形形成履歴に関連したと推察された。また海岸(外浦)沿いでは、岩盤風化も土砂移動の素因としての役割を果たしているものと推察された。ただし、これらの事例における土塊内部の詳細な情報がわかっていない。今後の調査ボーリング等の結果を踏まえた検討が必要である。

謝辞

本調査では、北陸地方整備局、石川県をはじめとする関係各位のご便宜、ご配慮を賜った。紙面を借りて謝意を記す。

参考文献

- 杉本ほか(2025): 令和6年能登半島地震による地すべり防止施設の被災—令和6年能登半島地震砂防学会調査団第4班調査報告—, 令和7年度砂防学会研究発表会概要集, 投稿中.
- 尾崎他(2019): 20万分の1地質図幅「輪島」(第2版)および解説, 産総研地質調査総合センター.