

令和6年能登半島地震による輪島市市ノ瀬町猿谷の地すべり地形の詳細区分

奥野充¹・鳥井真之²・原勇貴³・松田博貴⁴・黒木瞭¹・西川空¹・平田竣也¹・安永裕紀⁵・遠田晋次³

Detailed Classification of Landslide Topography in Sarutani, Ichinose-Machi, Wajima City Due to the 2024 Noto Peninsula Earthquake

Mitsuru OKUNO¹, Masayuki TORII², Yuki HARA³, Hiroki MATSUDA⁴,
Ryo KUROKI¹, Ku NISHIKAWA¹, Shunya HIRATA¹,
Yuki YASUNAGA⁵ and Shinji TODA³

Abstract

An Mj7.6 (Mw7.5) earthquake occurred at 16:10 on January 1, 2024 at a depth of approximately 15 km in the Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture. Many slope failures occurred mainly in the epicenter area on the north coast of the Noto Peninsula. Dammed lakes were formed due to a landslide in Sarutani, a tributary of the Kawarada River at Ichinose-machi in Wajima City. This landslide has a total length of approximately 1.1 km and can be divided into at least seven areas through detailed geomorphological observation. The topographic features indicate that multiple landslides were connected to form a single landslide topography. The landslide deposits consist of tuffaceous silt, sandstone, conglomerate from the Nawamata Formation (Nw) with only small amount from the Konosuyama Formation (Ko). Past landslide deposits can also be observed on the landslide scarps, and examination of these deposits may help to clarify landslide history.

キーワード：令和6年能登半島地震，市ノ瀬町，地すべり，地形区分

Key words: 2024 Noto Peninsula Earthquake, Ichinose-machi, landslide, topographic classification

¹ 大阪公立大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Osaka Metropolitan University

² 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター
Center for Water Cycle, Marine Environment and Disaster
Management, Kumamoto University

³ 東北大学災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science, Tohoku
University

⁴ 熊本大学大学院先端科学研究部
Graduate School of Science and Technology, Kumamoto
University

⁵ 熊本大学理学部
Faculty of Science, Kumamoto University

本稿に対する討議は2025年5月末日まで受け付ける。

1. はじめに

2024年1月1日16時10分に石川県能登半島の深さ約15 kmで気象庁マグニチュード(Mj) 7.6(Mw7.5; USGS, 2024)の地震が発生した(地震調査研究推進本部 地震調査委員会, 2024)。輪島市門前町、志賀町で震度7を記録し、土砂災害、海岸隆起、火災、液状化現象などのほか日本海沿岸の広範囲で津波も観測された(気象庁, 2024)。

そのうち斜面崩壊は、能登半島北岸の震源域を中心に100か所以上で発生した。これらの多くは、急傾斜地で発生している(国土地理院, 2024)。地質別には、新第三紀中新世のデイサイト・流紋岩質(32.3%)、古第三紀漸新世から新第三紀中新世の安山岩質または玄武岩質安山岩質(19.4%)、同じく漸新世から中新世の砂岩または泥岩(14.0%)と報告されている(阿部ほか, 2024)。また、これらの斜面崩壊に伴い、輪島市の河原田川、紅葉川、寺地川、鈴屋川、金蔵川、能登町の山田川で14か所の土砂ダム(河道閉塞)が確認された(国土交通省, 2024)。河原田川の支川である猿谷(輪島市市ノ瀬町)では土砂ダムにより塞き止め湖が形成された(松四, 2024)。本報告では、猿谷周辺の地すべり堆積物を詳細に区分したので、その結果を報告する。

2. 市ノ瀬町の斜面崩壊の概要

土木研究所の杉本宏之上席研究員らの現地調査(1月11日)によると、斜面と平行な傾斜をもつ地層が重なる「流れ盤」構造によって、斜面が尾根から崩れる地すべりが発生したこと、そのために急傾斜でなくともこのような崩壊・土砂移動が生じたとされる(NHK News, 2024)。京都大学防災研究所の竹林洋史准教授によるシミュレーション(速報版)では、土石流が深さ約6 m、速度約20 km/hで複数の住宅を襲ったと推定された(鈴木, 2024)。また、猿谷の塞き止め湖(湛水域)は、最大可能性として水深約18 m、容積約 $6.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ と見積もられている(松四, 2024)。図1 Aは発災前の赤色立体図に土砂移動痕跡(オレンジ)を重ねたものであり、地形パターンは破線を境界にして大きく2つ(NWとSE)に分けられる。こ

の地域には縄又層(Nw)が広く分布し(図1 B)、滑落崖などでも縄又層が認められた。したがって、この地形境界は縄又層内の岩相の違いを反映した浸食程度の違いに起因していると考えられる。縄又層(Nw)は、中新世前期の砂岩、泥岩及び礫岩の互層であり、高洲山層(Ko)は、漸新世の安山岩-玄武岩溶岩及び安山岩貫入岩(礫岩、凝灰質砂岩及び安山岩火山砕屑岩を含む)である(尾崎ほか, 2019)。今回の滑落崖は、北側斜面を超えて頂部の尾根も跨いでおり、滑落崖と地形境界はほぼ一致している(図1 A)。なお、SE側にはみ出た部分は、地すべり堆積物(サブエリアC2とD3の一部)が覆っており、すべての滑落部はNW側にある。斜面下部での地すべり堆積物は泥岩が多く、中部では斜交層理の発達する軽石混じりの凝灰質砂岩が目立ち、炭層を含んでいる。安山岩質溶岩は少量の円礫しか認められず、崩壊堆積物は縄又層を主体とすると考えられる。

3. 地すべり斜面の地形区分

地すべり後の地形区分図を図2に示す。この地形区分図は、国土地理院が2024年1月11日に撮影した空中写真(正射画像)を基図として、国土交通省九州インフラDX推進室(2024)による360°画像と現地調査の結果も加えて作成された。地すべり斜面には、大小のブロックまたはローブ状の地形が認められ、頂部から麓にかけてA~Gの7つのエリアに区分できる。以下、これらの地形・地質学的特徴について記述する。

エリアAは、最も高い部分であり、滑落崖と側方崖に縁取られ、その下限はエリアCとDの二次滑落崖で境される。西側の側方崖はエリアDまで続く。このエリアは、さらにA1~A3の3つのサブエリアに細分できる。サブエリアA1は全体から北西に突き出ているエリアBの方向に伸びている。エリアBは、エリアAの北西角から細長く伸びており、エリアAの初期の崩壊(サブエリアA1)がこの谷沿いに発生したと考えられる。サブエリアA2はエリアD、サブエリアA3はエリアCへ流下している。エリアCの東半分のサブエリアC2は堆積域である。エリアDは

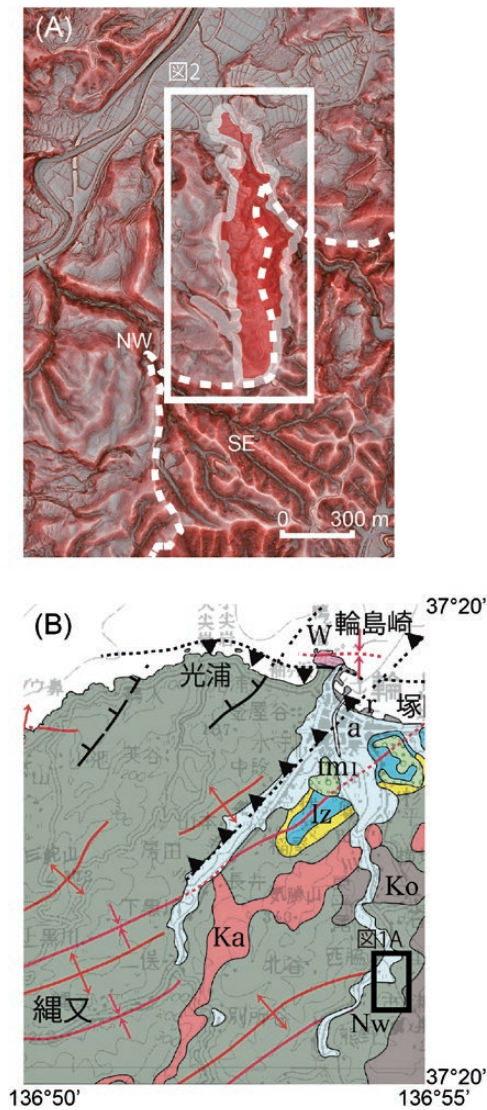


図1 市ノ瀬町周辺の地形・地質の概略。(A) 発災前の市ノ瀬町付近の赤色立体図(石川県, 2024)。地形パターンの境界(破線)と土砂移動痕跡(オレンジ)を示す。破線の北西側をNW, 南東側をSEとラベルする。四角枠は図2の範囲を示す。(B) 市ノ瀬町周辺の地質図(尾崎ほか, 2019を一部抜粋)。四角枠は図1Aの範囲を示す。Ko: 高洲山層, Ka: 合鹿層, 神和住層及び馬縹層, Nw: 縄又層, W: 輪島崎層及び相当層, Iz: 飯塚層及び相当層, tml: 中位1段丘堆積物, a: 砂丘及び海浜堆積物(礫, 砂及びシルト), r: 埋立地。その他の凡例は, 尾崎ほか(2019)を参照のこと。



図2 市ノ瀬町の斜面崩壊の地形区分図。国土地理院の空中写真(C03-0050, 2024年1月11日撮影)に加筆。赤矢印は, 写真1と写真2の撮影位置と方向をそれぞれ示す。

西縁に側方崖があり, その最上部には地すべり堆積物が縄又層を覆っている(写真1)。サブエリアD1は, 表層の植生(樹林)を載せており, 地すべりブロックであると考えられる。サブエリアD2とD3では, 樹木がほぼ東向きに揃って倒れている(写真2)。エリアE~Gは, さらに下流に下ったもので, 滑落崖や側方崖はなく, ほとん

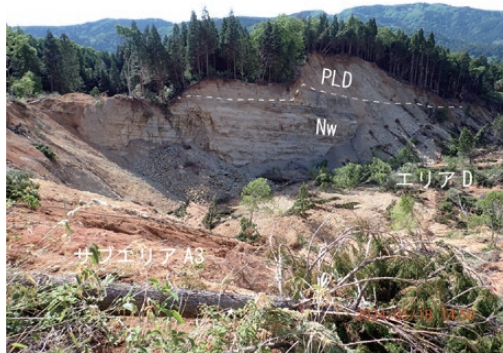


写真1 エリアDの側方崖に露出する縄又層(Nw)とそれを覆う過去の地すべり堆積物(PLD)。2024年5月18日撮影。縄又層と過去の地すべり堆積物の境界を破線で示す。



写真2 サブエリアD2とD3付近に見られる倒木(北方から滑落崖を望むドローン画像、2024年5月18日撮影)。ほぼ東向きに揃って倒れている。

どが堆積域に当たる。エリアGは猿谷に沿って流下した部分である。

下流部のエリアEとGLが、集落まで流下した部分(サブエリアE2とG2)である。エリアGLはエリアEの一部(E3)に覆われ、上流部のエリアGUと分布の上では隔たっている。なお、エリアG(GU+GL)をもたらした崩壊部分は、エリアDないしEに覆われていると考えられる。またサブエリアG1は高まりとなっており、比較的大きな地すべりブロックと考えられる。なお、エリアFは、エリアEに囲まれており、供給源は不明である。エリアGL先端部のローブ(G2)は後続の流



写真3 市ノ瀬町の地点g3(図2)で見られる土石流痕跡(2024年4月25日撮影)。土石流は既に取り除かれている。矢印は、土石流痕跡のレベルを示す。

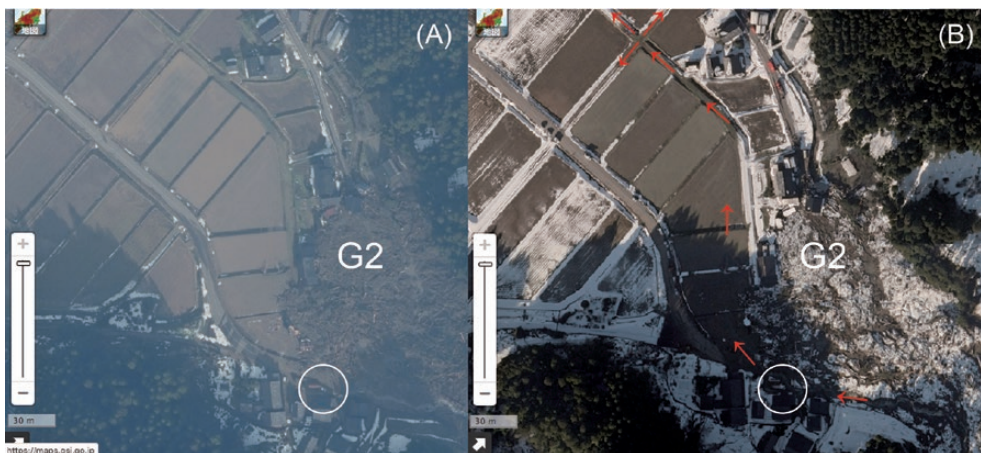


図3 サブエリアG2付近の国土地理院の空中写真。地点g3付近を白丸で囲む。(A)1月5日撮影(C03-0091)、(B)1月11日撮影、土石流の流路を赤矢印で示す。

れに挟まれた形態を示す(図3)。

地震当日(1月1日)に地点g3付近で撮影された動画(郡, 2024)では, 下流に向かう流れと側方に広がる流れが見られることから, エリアGLは一連の流動・堆積によって形成されたものと考えられる。ほとんどが剝域であるエリアAを除く, 堆積(押出)域のすべての上面には大きな起伏があり, 地すべりブロックないしそれらが細分化したものであると考えられる。

地震時の地すべり堆積物とは別に泥流も生じている。猿谷出口の集落(地点g3)では, 車庫やその中の車に泥が付着している(写真3)。付着部分の上面は, ほぼ同じ高さに揃っており, いくぶん周辺に緩く傾斜している。これらのことから, 本体の地すべり堆積物に比べて粘性の低い流体(泥流)であると判断される。なお, 1月5日に撮影された空中写真(図3A)には, 上述した動画(郡, 2024)中の白色の車両が見られる。しかし, 11日に撮影された空中写真(図3B)では, その車が確認できず, さらに下流では水田や水路には泥流が流れ込んだ痕も認められる。

4. 復元される地すべりプロセス

上記の区分(エリアA~G)およびそれらの切り合い関係から, 以下のような地すべりプロセスが推定される。まず, エリアAの一部(サブエリアA1)が滑落して, エリアBの谷沿いに地すべり堆積物が流下した。それに引き続いて, エリアA, C, Dはほぼ同時に滑落・堆積した。サブエリアD1は, 地すべりブロックで発災前の地表にあった樹木も保たれているが, サブエリアD2とD3は滑動により樹木が分散したことで不安定性が増し, その後の地震動で倒されたと考えられる。エリアEとG(GU+GL)が最も下流まで流下した部分である。エリアGはエリアD付近の初期の地すべり堆積物と考えられるが, 崩壊箇所はエリアDなどに覆われている。エリアFも地すべり箇所は不明であるが, エリアGよりも先に流下した部分と考えられる。

謝辞

この報告は, 日本応用地質学会 令和6年能登半島地震災害調査団 火山委員会班(委員長: 太田岳洋)の一環として実施した現地調査によるもので, その骨子は日本応用地質学会関西支部研究発表会(大阪公立大学梅田サテライト)で発表した。科学研究費補助金(課題番号: 23K04349, 代表者: 鳥井真之)の一部を使用した。査読者のコメントにより本稿の内容は大幅に改善された。記して謝意を表します。

引用文献

- 阿部朋弥・川畑大作・細井淳・宮地良典・斎藤眞: 第八報 2024年能登半島地震に伴う斜面崩壊の崩壊箇所と地形・地質との関係(予察), 令和6年(2024年)能登半島地震の関連情報, 産総研地質調査総合センター, 2024. <https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/noto2024/noto2024-08.html>, 2024年5月10日.
- 石川県: 令和6年能登半島地震 能登西部微地形表現図データ(発災前), G空間情報センター, 2024. <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2024-notowest-mttopo>, 2024年5月10日.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会: 令和6年能登半島地震の評価, 2024. https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_1.pdf, 2024年5月10日.
- 気象庁: 令和6年1月の地震活動及び火山活動について, 関東・中部地方, 2024. <https://www.jma.go.jp/jma/press/2402/08a/2401kanto-chubu.pdf>, 2024年5月10日.
- 国土地理院: 分図[12] 令和6年能登半島地震に伴う斜面崩壊・堆積分布図(輪島中地区), 2024. https://www1.gsi.go.jp/geowww/saigai/20240102noto/earthquake/hokai-bunzu12_wajimaCENTRAL02-Re_A3-25000.pdf, 2024年5月10日.
- 国土交通省: 令和6年能登半島地震に伴う河道閉塞(土砂ダム)の発生と対策状況について, 2024. https://www.mlit.go.jp/report/press/sabo01_hh_000161.html, 2024年5月10日.
- 国土交通省九州インフラDX推進室: 2024年1月19日調査(砂防・河道閉塞)【360°画像+点群データ+動画】240119砂防調査・輪島市_市ノ瀬町, 2024. <https://www.qsr.mlit.go.jp/infradx/SVT/>

- 240119sabo01ichinose/index.html, 2024年5月10日.
- 郡悠介：「早く、走れ！」地震、迫る土砂、のまれる隣家 動画に残る猛威. 毎日新聞デジタル (2024/1/6 19:17, 最終更新 1/10 18:39), 2024. <https://mainichi.jp/articles/20240106/k00/00m/040/191000c>, 2024年5月10日.
- 松四雄騎：輪島市河原田川(かわらだがわ)支川の猿谷における河道閉塞と湛水域の形成について, 京都大学防災研究所, 2024. http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster_reports/2024NotoEQ/Noto_Kawarada_Hazard_1.pdf, 2024年5月10日.
- NHK News：輪島の土砂災害現場「流れ盤」が地震の揺れで崩壊か(1月27日9時49分), 2024. <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240127/k10014336681000.html>, 2024年5月10日.
- 尾崎正紀・井上卓彦・高木哲一・駒澤正夫・大熊茂雄：20万分の1地質図幅「輪島(第2版)」, 産総研地質調査総合センター, 2019.
- 鈴木智之：輪島の土石流, 深さ6メートル, 時速20キロで住宅へ 京大解析. 朝日新聞デジタル(1月31日17時00分), 2024. <https://www.asahi.com/articles/ASS1Z7FLTS1ZPLBJ005.html>, 2024年5月10日.
- (投稿受理：2024年6月30日
訂正稿受理：2024年9月11日)

要 旨

2024年1月1日16時10分頃, 石川県能登半島の深さ約15 kmでMj7.6 (Mw7.5)の地震が発生した。能登半島北岸の震源域を中心に多数の斜面崩壊が発生した。輪島市市ノ瀬町の河原田川支流の猿谷では, 地すべりによって堰き止め湖が形成された。この地すべり地形は, 全長約1.1 kmに及ぶが, 詳細な地形観察により少なくとも7つのエリアに区分できる。地形的特徴から, 複数の地すべりがつながってひとつの地すべり地形をなしていることがわかる。地すべり堆積物は, 縄又層(Nw)の凝灰質シルト, 砂岩, 礫岩からなり, 高洲山層(Ko)からのものはごく少量である。滑落崖には, 今回の地震より前に生じた崩壊堆積物も観察され, これらの堆積物を調査することで, 過去の地すべり史を解明できるだろう。