

第46回地すべりシンポジウム

# 新潟および近隣地域における 最近の地すべり災害

2018. 6. 1

主 催 (公社) 日本地すべり学会新潟支部  
共 催 (公社) 地盤工学会北陸支部  
後 援 新 潟 県  
(一社) 新潟県地質調査業協会  
(一社) 斜面防災対策技術協会新潟支部  
NPO法人新潟県地すべり防止工事士会

第46回地すべりシンポジウム

# 新潟および近隣地域における 最近の地すべり災害

2018. 6. 1

主 催 (公社) 日本地すべり学会新潟支部  
共 催 (公社) 地盤工学会北陸支部  
後 援 新 潟 県  
(一社) 新潟県地質調査業協会  
(一社) 斜面防災対策技術協会新潟支部  
NPO法人新潟県地すべり防止工事士会

目次

巻頭言	1
(公社)日本地すべり学会新潟支部 支部長 福岡 浩	
< 特別講演 >	
斜面の崩壊現象と山地災害	2
国土防災技術(株)・静岡大学防災総合センター 土屋 智	
< 発表 >	
2017年台風21号豪雨によって発生した新潟県糸魚川市海川流域の 流動型地すべりの特徴－釜沢地すべり地を主とした紹介－	6
国土防災技術株式会社 小山 正裕 新潟県糸魚川地域振興局農林振興部 田口 史人	
茶釜滝川地区の地すべりについて	12
株式会社キタック 酒井 順	
滝坂地すべりの概要と最近の話題	16
国土交通省北陸地方整備局阿賀野川河川事務所 中谷 正勝	
積雪期に発生した土砂災害－富山県南砺市利賀村における事例－	20
富山県立大学 古谷 元	

## 巻 頭 言

(公社) 日本地すべり学会・新潟支部長  
福岡 浩

昨年、平成 29 年は新潟および北陸地方において土砂災害が多発した年でした。1 月の積雪期に富山県南砺市で発生した地すべりは中山間地で発生したにもかかわらず、長距離流動し、斜面下の集落において多くの家屋を破壊したため広く国民の耳目を集めました。また平成 29 年台風 21 号(国際名 Lan)は中心最低気圧 915 h Pa, 最大時半径 800 km 以上の「非常に強い超大型」台風となり東海、関東地方を通過しました。新潟において極端豪雨が発生、糸魚川地域で多数の地すべりが発生し、長距離流動した事例も見られ、甚大な被害が報告され緊急対策工が実施されています。一方、阿賀野川上流にある滝坂地すべり地は、極めて大規模で、かつ活動していることから国交省直轄で長期にわたり対策を推進しており、主ブロックでは動きが概ね抑制できました。

今回の新潟支部シンポジウムでは、「新潟および近隣地域における最近の地すべり災害」をテーマとしました。これは、本年(平成 30 年度)の日本地すべり学会研究発表会が新潟市で開催され、現地見学 3 コースのうち、2 コースが上記の台風 21 号による糸魚川周辺の地すべりと滝坂地すべり地を対象としていることから、その準備を兼ねた討論会として企画しました。

今回は基調講演として、前・日本地すべり学会会長でこの春に静岡大学を定年退職されたばかりの土屋智名誉教授に、「斜面の崩壊現象と山地災害」と題して、これまで取り組んでこられた地すべり研究を紹介していただきます。台風 21 号で発生した地すべり事例紹介では、国土防災技術の小山氏に釜沢地すべりを紹介いただき、キタックの酒井氏には茶釜滝川地区の地すべりを紹介していただきます。国土交通省北陸地方整備局の中谷正勝氏には滝坂地すべりの概要と近年の活動状況についてご紹介いただきます。富山県立大学の古谷元先生には南砺市で昨年の融雪期に発生した上百瀬の地すべりについて紹介していただきます。

さらに、総合討論において今後推進すべき諸問題について議論を行います。多くの積極的な議論がなされることを期待します。



# 斜面の崩壊現象と山地災害

Large-scale landslide movement and related disasters

土屋 智 (国土防災技術 斜面環境研究所, 静岡大学 防災総合センター)

Satoshi TSUCHIYA (Japan conservation engineers, Shizuoka University Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards)

キーワード: 地すべり, 斜面崩壊, 土石流, 地震地すべり, 斜面災害

Keywords: landslide, slope failure, debris flow, earthquake induced landslide, slope disasters

## 1. はじめに

昭和60年から2年間、建設省土木研究所砂防部地すべり研究室に部外研究員として国土防災技術(株)から出向した。その当時、斜面の土砂移動に関する研究は、土塊規模の大きい地すべりよりも表層崩壊を対象に飽和・不飽和浸透流理論を取り込み、発生機構を解明することや工学的な解析手法の適用に関心が高かったことを記憶している。その背景には、昭和57年の長崎土砂災害、翌昭和58年島根県西部の土砂災害と豪雨災害が続いたことや、土研には大型数値計算用コンピュータが稼働していたことがあげられるかもしれない。

そのような中で、昭和62年4月1日に静岡大学農学部林学科(森林防災工学)に助手として赴任した。研究課題は、降雨時に起こる斜面崩壊に関して、前兆である亀裂の発達と土層変位、地下水位の経時変化を定量化し崩壊時刻を予測するものであった。当時の研究費は、旅費で年間3.5万円程度、測定機械の購入などは無理で、現場写真を現像しただけで年を越えると研究費は底をついていた。二年目以降は若手科研費が入り、印刷機能付きのハンディーな測定機器を入手でき、また模型斜面をアクリル板製に一新した。これにより土層移動量、土層内水位変動は時々刻々の記録が可能となり、分秒単位の崩壊直前の挙動が把握できるようになった。

モデル斜面の崩壊実験によれば、砂質土層と砂層のほとんどのケースで地下水位よりも上位にある土層が崩壊していた。したがって崩壊の機構は、地下水上昇に伴うすべり面の有効応力の低下よりも飽和度上昇によるせん断抵抗の低下が崩壊を引き起こしたものと解釈した。

一般斜面はどのようなのだろうか?といった疑問は必然であろう。ある研究者は、現地斜面において人工散水を行い斜面の崩壊発生を試み、湧水箇所の拡大か

ら崩壊が生じたと報告した。最近になり、土壌水分と地下水変動が観測されていた不飽和状態にある急斜面の崩落事例が著名な雑誌に掲載されているのを見つけた (Godt et al., Geophysical research letters, 2009)。不飽和状態の斜面崩壊の発生は、今後も研究対象に相応しい課題ではないかと思う。

兵庫県南部地震が起きた平成7(1995)年からは、地震動による土砂移動現象の原因究明や土砂災害の調査研究に関与する機会が多くなった。平成11(1999)年9月には、台湾中部で起きた集集地震の災害調査団の一員として山地域における巨大な地すべり性崩壊と甚大な土砂災害を目の当たりにした。震災後の不安定土砂の二次移動による甚大な土石流災害を含め、日台砂防関連の交流事業に呼ばれることもあり、約10年続いた訪台は20回を超えた。

平成16(2004)年の3月には、インドネシア南スラウェシ州の州都マカッサルから東方約60kmにあるバワカレン山(標高2830m)の北稜山壁において大規模な崩壊が発生し、約2億 $m^3$ の不安定土砂がジェネベラン川の源流から下流約7kmにわたり堆積した。マカッサルと崩壊地とのほぼ中間には、日本の円借款で建設されたビリビリ多目的ダムがあり、崩壊土砂の流入による貯水容量減少と水質劣化による機能低下が危惧された。このため、崩壊源頭部の拡大見込みと河床堆積した多量の不安定土砂の移動防止に関して効果的な対策を求められた。

平成16(2004)年は、異常に多くの台風が襲来した。日本における台風の上陸頻度は平均2.6回/年であるが、この年は10個に及んだ。上陸9番目の台風21号は、9月29日早朝に鹿児島県に上陸し、三重県南部尾鷲市・海山町・宮川村に猛烈な雨を降らせた。これにより、宮川村を中心に、死者行方不明者7名、全壊20戸、半壊17戸の甚大な土砂災害が生じた。豪雨規模も稀であったが、管理が行き届いた山林で占め

られる宮川流域で、散発的に大きな斜面崩壊が生じたこと、溪流からの多量の土石流出があったことが記憶に残っている。

平成 20 (2008) 年の 5 月には、中国成都の西方で内陸型地震として最大級である M8 クラスの四川大地震が起きた。この地震による被害域は、幅 100km、長さ 300km にわたり、台湾地震の数倍以上のもので、これまでにない規模の巨大崩壊があり、甚大な人的被害があった。特に、標高 3000m を超える山体が幅 2km、長さ 4km にわたり崩落し、崩落土砂が尾根を越えて流下したことや、湛水量 2 億 m<sup>3</sup> を超える天然ダムが形成されたことに驚かされた。この大規模な天然ダムでは、湛水湖の水位低下を図るため、発破による開水路の開削が実施された。下流に集落や農用地が密集する日本では、とても無理な対策で、中国ならではの工法であろう。地震動で生産された不安定土砂も甚大量で、その後の降雨による不安定土砂の 2 次移動規模も大きく、多くの被災地で多量の土砂流出があった。

## 2. 個別の土砂移動現象と山地災害

### 2.1 斜面崩壊実験

実験装置は、斜面長 1.8m、幅 0.9m、傾斜 35 度であり、斜面長は風化花崗岩地帯で発生する表層崩壊の 1/5~1/10 程度、斜面幅は左右側壁の摩擦効果を少なくするよう斜面長の半分で実際の斜面崩壊の 1/10~1/15 程度、模型の傾斜は実際の表層崩壊が多発する 35 度、土層厚は 0.3m、通常表層崩壊の 1/3~1/5 の規模である。

土槽はアクリル板 (10mm 厚) で構成され、左側面にはマンメータ (内径 4mm、高さ 50cm) を 15cm 間隔に 15 箇所取り付け、右側面には深さ方向の土層移動を把握するため、乾燥ソウメン (径約 1mm) を 30cm

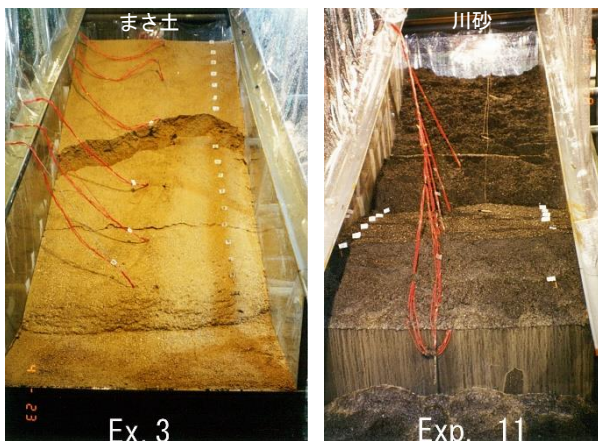


図 1 まさ土と川砂を用いた崩壊実験

間隔に 6 箇所取り付け、その形状変化を時刻とともに写しとった。図 1 には、まさ土と川砂を用いた土層の崩壊後の斜面の様子を示す。

図 2 には、実験開始後からの時々刻々の地下水面の高さを示す。地下水位と側面移動量の違いから求めたすべり面の位置を対比すると、崩壊直前において画者はほぼ同じ高さであり、過剰間隙水圧の発生も認められなかった。つまり、川砂による斜面でも、崩壊をもたらす土層強度の低下は地下水の上昇によるものではなく、主たる原因は飽和度上昇に伴うせん断強度の低下にあると判断した。

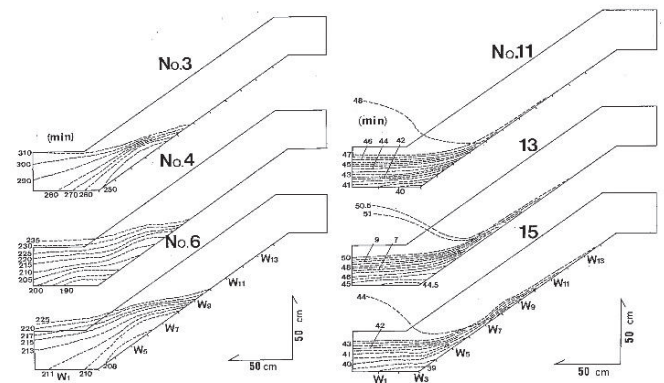


図 2 まさ土と川砂斜面の地下水面の経時変化

### 2.2 台湾集集地震に伴う土砂災害

平成 11 (1999) 年 9 月 21 日、台湾南投縣集集市の東 10km 付近で台湾集集地震 (M7.6 ; USGS) が発生した。この地震では、都市部における人的物的な被害のほか、山間地では多数の斜面崩壊、地すべりが発生した。発生した土砂災害は、これまでに経験したことのない大規模なものであり、例えば、台湾中央部の南投縣と台中縣との県境域では、面積 30~50km<sup>2</sup> にわたり山頂部が禿げ山化した九九峰地域 (図 3) や、地震断



図 3 ハゲ山化した九九峰地区の尾根



層である車籠埔断層に近い山地域では、多数の表層崩壊に加え、二箇所で平方 km オーダの面積を有する地すべり性崩壊、九份二山地すべり（図4）と草嶺山地すべり（図4）が発生し、莫大量の不安定土砂が生産された。



図4 九份二山地すべり崩壊地（上）と草嶺山地すべり崩壊地（下）2000年12月17日撮影

### 2.3 スラウェシ島のカルデラ壁の大崩壊

平成16（2004）年3月26日、インドネシア南スラウェシ州の州都マカッサルから東に約60kmにあるバワカラエン山（標高2830m）の北稜カルデラ壁において大規模な崩壊が発生した。これにより、莫大量の不安定土砂がジェネベラン川の源流から下流約7kmにわたり堆積した。途中にあったレンケセ集落では、土砂により死者・行方不明者32名を伴い、住居12棟と小学校が埋没した。崩壊地から約40km下流には、ジェネベラン川の洪水調節、流域内の灌概と上水道を目的としたビリビリダム（総貯水量約3.8m<sup>3</sup>、1999年完成）があり、その下流約35kmに人口約120万人を擁する州都マカッサル市（旧名：ウジュン-パンダン市）がある。

バワカラエン山は、第四紀更新世に活動した火山で、西側に直径約5kmにおよぶカルデラ状の地形がある。ジェネベラン川は、カルデラを二分するようにほぼ中央を流下する。このカルデラの形成は、噴出の伴う結果ではなく、カルデラ壁の崩壊・侵食によるものとされる。

当該地は熱帯性気候で、6月から10月にかけては乾季となり、11月から5月までは雨季である。年平均降雨量は4350mmで日本の約2倍強で、3月平均値の1.5倍であり、発生当日（26日）には降雨量は記録されていなかった。ジェネベラン川源流の侵食が素因であるが、地下水の定量的関与は明らかにされていない。

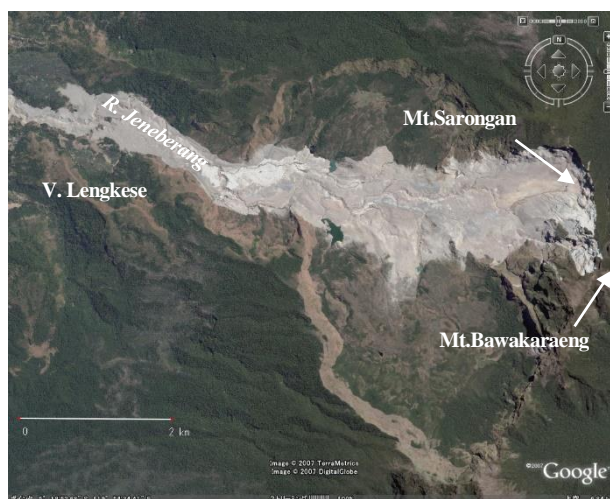


図5 バワカラエン山カルデラ大崩壊

### 2.4 台風21号による三重県宮川村の土砂災害

平成16（2004）年9月29日、台風21号が鹿児島県に上陸した早朝から三重県南部尾鷲市・海山町・宮川村では、猛烈な雨が降り続いた。この豪雨は、日本海に停滞する前線に向かい南方から暖かく湿った空気が降雨帯を形成したことによる。総雨量は、伊勢湾台風と同程度、日雨量は382mm（宮川ダム）で、前者を超えた。土砂災害に伴う人的被害は死者6名、行方不明者1名、全壊20戸、半壊17戸と甚大であった。宮川村滝谷地区（図6）では、国道422号沿いの山腹斜面で発生したスランプ型の地すべり崩壊により、人家3戸全壊し、死者4名、行方不明者1名を出した。滝谷集落の住民Fは、29日早朝に集落内の巡回の後、自宅「裏山の沢水が凄い」ので、確認に出かけて崩壊土塊に巻き込まれ死亡した（近隣住民の証言）。

溪流からの流出土砂も多量であり、国道422号古ヶ谷橋では、古ヶ谷川から流出した土砂により河床高2m



を超えて左岸側に流れ込み、1.5mの土砂堆積が生じた(図7)。

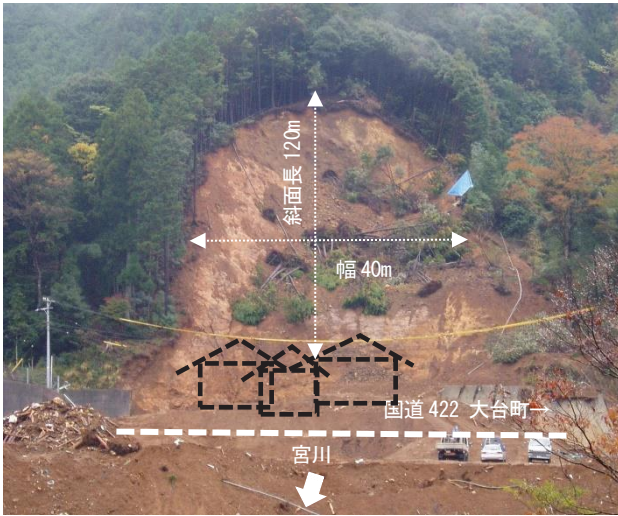


図6 宮川村滝谷の地すべり性崩壊



図7 宮川村宮ヶ谷川の土砂流出

## 2.5 中国四川地震に伴う土砂災害

マグニチュード8クラスの巨大地震が内陸で発生した時に、どのような規模の土砂移動現象が発現するのだろうか。この問いに答えるような地震が、2008年に中国四川省成都北西縁で起きた四川地震であろう。この地震による被害面積は日本の国土面積を上回る44万平方km<sup>2</sup>で、甚大な被害域も12.5km<sup>2</sup>に達する。中国民政部は2008年7月22日、地震による死者6万9197人、負傷者37万4176人、行方不明者1万8222人と報告している。

地震断層に近い安県高川郷囲子坪では、地震起因の土砂移動現象としては、崩壊土量約7億m<sup>3</sup>で世界最大級の大光包地すべり崩落が起きた(図8)。この地すべりは、大光包山(3047m)を含み山体が約1500m崩れ落ち、下端部は流動化し尾根を乗り越えた。この崩壊

により、高川郷囲子坪集落の39名が犠牲になった。また、地震で生じた斜面崩壊は、南から東南東方向の斜面で全体の約39%を占めるといった異方向が見られた。地震断層との関連から、斜面崩壊の方向は、地震断層の方向に直交する方向で、しかも地震断層が衝上する方向に発生頻度が大きい傾向を示した(図9)。

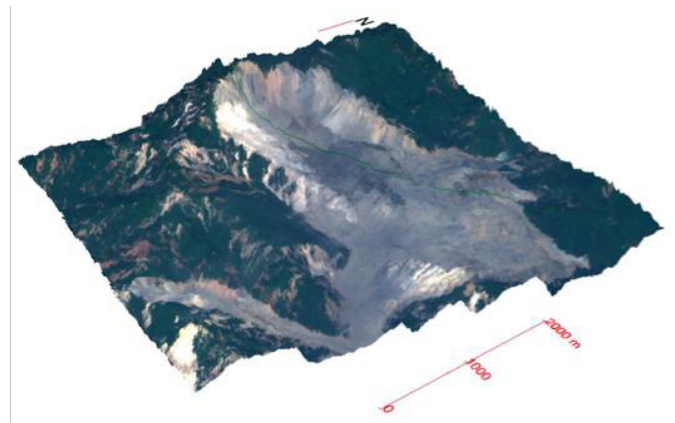


図8 四川地震で発生した大光包地すべり崩落

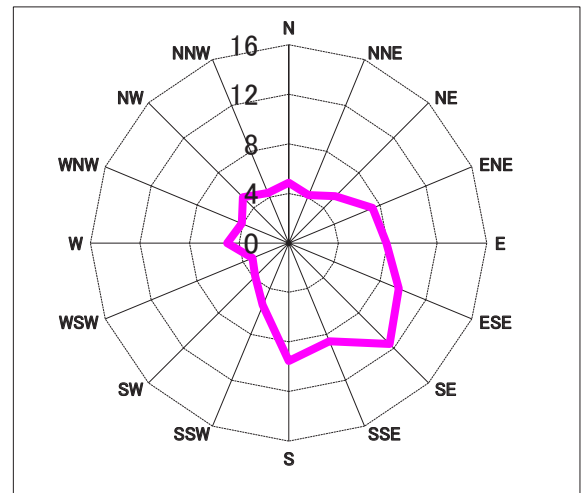


図9 四川地震による抽出された斜面崩壊地の発生斜面の方位分布

## 3. おわりに

最近15年においては、豪雨を伴った台風と度重なるように襲った大地震が未曾有の土砂災害を引き起こした。日本における土砂災害の特徴を見ると、火山地帯、四万十帯地帯といった素因で異なり、また地震・豪雨の規模により、その様相は変わる。

土砂災害を軽減するには、起こるであろう災害の様相をイメージし、対策することが欠かせないと思われる。今回の報告がその一助となれば幸いです。



# 2017年台風21号豪雨によって発生した新潟県糸魚川市海川流域の流動型地すべりの特徴—釜沢地すべり地を主とした紹介—

Characteristics of flow type landslide in the Umikawa basin of Itoigawa, Niigata moved by the typhoon 21 heavy rain in 2017

- Introduction focused on "Kamasawa landslide area" -

小山 正裕 (国土防災技術株) \*, 田口 史人 (新潟県糸魚川地域振興局農林振興部)

(MasahiroKOYAMA (JapanConsavationEngineersCo., Ltd) \*, HumihitoTAGUCHI (NIIGATAPrefecture))

キーワード: 流動型, 豪雨, 釜沢地すべり地

Keywords: Flow, Heavy rain, Kamasawa landslide area

## 1 はじめに

- 2017年(平成29年)10月22日から10月23日にかけて、台風21号および前線の影響により新潟県上越地域を中心として累計雨量300mm以上、時間雨量20mm以上が5時間を超える大雨となった。この降雨により、海川～能生川流域にかけた糸魚川地域では発生域から堆積域の先端まで200mを超える移送距離を持つ流動型地すべりが複数発生した。中でも釜沢地区、真木地区では地すべりが二級河川海川本流まで到達して農道・耕作地や河道を閉塞する被害を与えた。
- 本報告は、海川流域で発生した土砂移動現象の概要を述べるとともに、河川まで土砂を流出した釜沢地すべりを主とした土砂移動の特徴について整理した。

## 2 海川流域の概要

- 海川は姫川、早川とともに日本海に注ぐ溪流長14,506mの二級河川である。焼山(2,400m)、裏金山(2,122m)、昼間山(1,841m)、雨飾山(1,963m)、駒ヶ岳(1,487m)など新潟県と長野県の県境付近を源流とする。両岸より西光寺川、水保川、西川、不動沢川などの支流が合流する。
- 海川の中流域下流は地すべり地が集中している。昭和30年代後半より地すべり指定を受け、右岸では「栗倉」、「釜沢」、「折戸」、「川島」、「成沢」、左岸では「真木」、「道平」、「水保」が分布する。これらの指定箇所では50年以上地すべり対策が実施されてきている。



図-1 海川流域位置図<sup>1)</sup> (新潟県管内図に加筆)

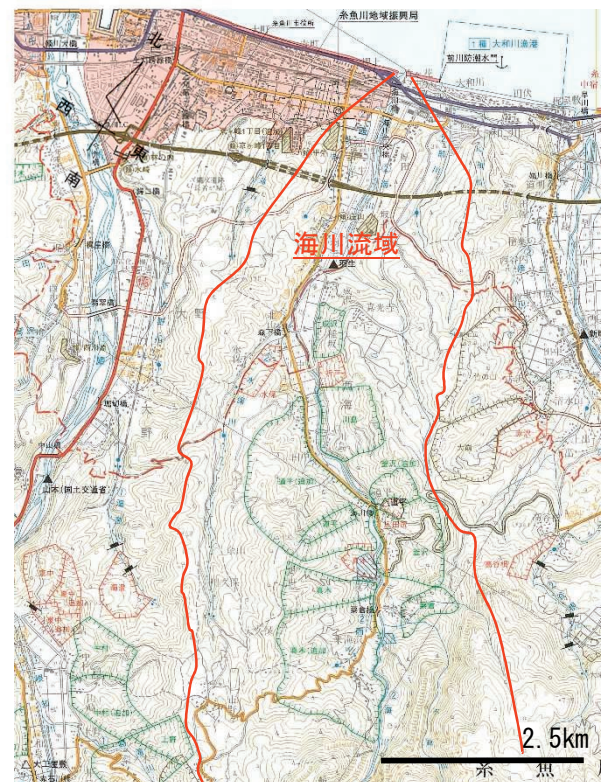


図-2 地すべり防止区域位置図<sup>2)</sup> (新潟県糸魚川地域振興局管内図に加筆)



- 海川流域は、新第三紀の泥岩層 (Nm) が基盤岩として広く分布している。海川兩岸の尾根付近には、泥岩層より透水性が高い礫、砂、シルト (Ug) 等の第四紀層やその崩壊堆積物が上面を覆っている。
- 海川下流から中流部では北西から南東方向に卓越する複数の褶曲構造 (背斜, 向斜) があり、これらの影響を受け地質 (基盤の泥岩層) は風化により粘土化している部分が多く地すべりが発生しやすい。

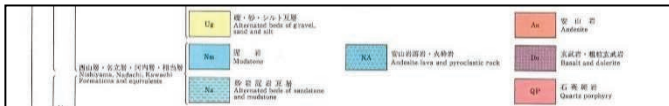
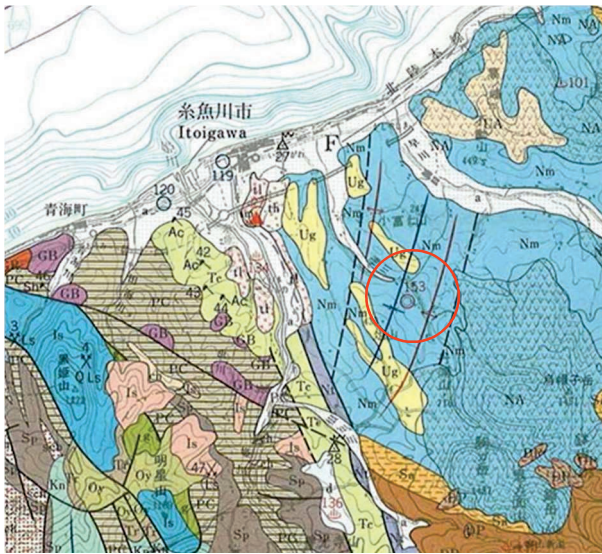


図-3 地質図<sup>3)</sup> (○内で崩壊・地すべりが発生)

### 3 降雨状況

- 2017年(平成29年)10月22日から23日にかけて台風21号の影響により海川、能生川では総雨量300mm以上、時間雨量20mm以上が5時間を超えた。周辺では糸魚川市上路(時間雨量46mm, 総雨量:391mm), 糸魚川市道平(時間雨量46mm, 総雨量:333mm), 糸魚川市西飛山(時間雨量34mm, 総雨量411mm)を記録した。(新潟県HP調べ)
- 海川流域の道平雨量計(糸魚川地域振興局所管)では、2017年(平成29年)10月22日午前7時より時間雨量5mm前後の降雨が断続的に続いた。翌23日より雨脚が強くなり、23日午前2時~30mm/時間が続き、午前6時に最大46mm/時間を記録した。以降台風の通過と共に雨は弱まり10時~19時まで5mm/時間前後が続き、19時までの総雨量は333mmとなった。

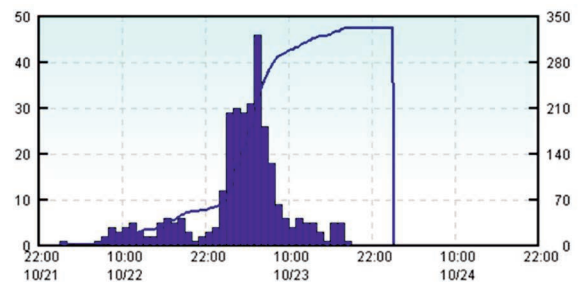


図-4 H29.10/22~23時間雨量<sup>4)</sup>  
(新潟県糸魚川地域振興局:道平雨量計)

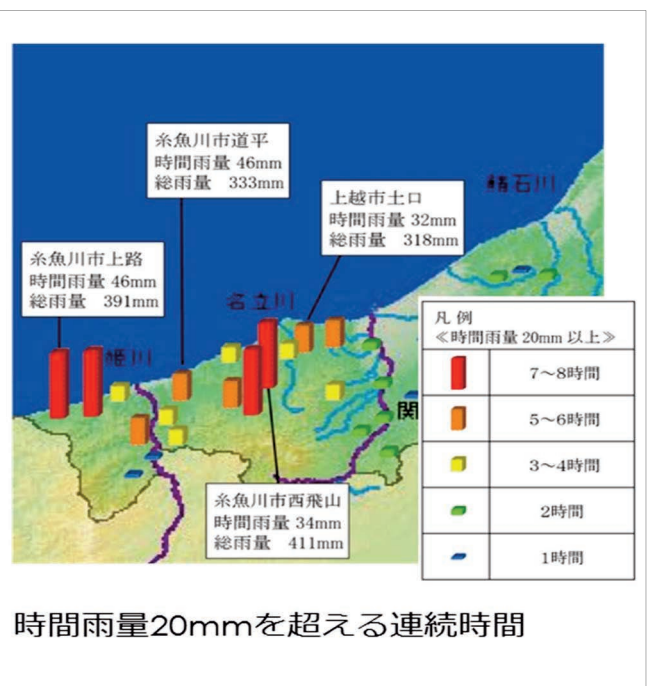
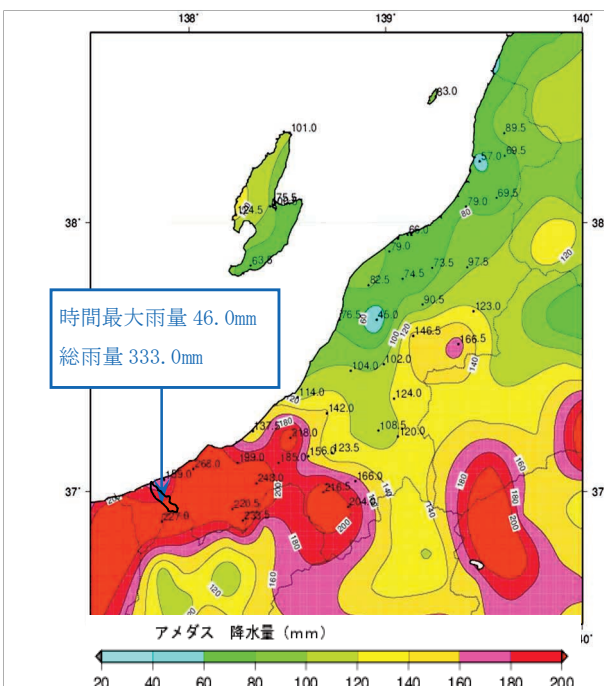


図-5 豪雨の量と総雨量のカウンター<sup>5)</sup>



#### 4 台風 21 号による海川流域の地すべり

- ・ 台風 21 号の通過に伴った豪雨により 2017 年（平成 29 年）10 月 23 日に発生した土砂移動は海川流域では 8 箇所確認された。それぞれ「川島」「道平（追加）」「釜沢」「真木」の 4 つの地すべり防止区域内で発生している。

- ・ 表-1 に台風 21 号により海川流域で発生した地すべり・崩壊を整理した。
- ・ 発生域は、幅 20m～150m、長さ 23～230m、勾配 24°～36° である。
- ・ 発生域滑落崖～流出土砂先端までの距離は最大 700m である。
- ・ 釜沢地区、真木地区では発生域の土塊が海川本流内まで到達している。

表-1 台風 21 号により発生した地すべり・崩壊

No.	地すべり防止区域名	地すべり指定諸元	名称	所管	土砂移動の形式	発生域			移送域			堆積域		
						幅	長さ	勾配	幅	長さ	勾配	幅	長さ	勾配
1	真木	S37.12.8, 18.8ha	真木	林	地すべり	60m	119m	25°	15m	200m	15°	20m	280m	10°
2	-	-	道平	林	地すべり	50m	230m	32°	15m	110m	20°	20m	92m	10°
3	真木(追加)	S42.10.20, 370.0ha	来海沢	林	崩壊	20m	15m	30°						
4	真木	15.0ha	真木	土	地すべり	50m	150m	30°	40m	400m	11°	100m	300m	6°
5	道平(追加)	S37.12.8(S42.10.20), 228.7ha	田中(岩菅谷沢)	林	崩壊	50m	23m							
6	釜沢/庄田尻	S33.12.2, 143.08ha	釜沢	土/林	地すべり	150m	200m	24°				140m	270m	12°
7	釜沢	S33.12.2, 143.08ha	釜沢2	林	崩壊	40m	60m	36°	15m	150m	22°	20m	275m	11°
8	川島	S42.10.20, 91.82ha	川島	林	地すべり	64m	75m	26°				30m	94	10°



図-6 台風 21 号により発生した海川流域の災害  
（名称は任意。赤字は国交省、緑字林野庁所管）



## 5 釜沢地すべりの概要

表-2 2017年釜沢地すべりの経緯

地すべりの発生	発生域	滑落崖の状況	移送堆積域	発生時の降雨
平成29年9月8日 午後6時	幅100m, 長さ200m 滑落崖勾配: 37~55度	泥岩露頭確認 泥岩上面に湧水あり	幅100m, 長さ180m 勾配: 14~16度	累計雨量110mm 時間最大13mm
平成29年10月23日 午後6時	拡大幅50m(150m), 長さ200m 滑落崖勾配: 40度	泥岩露頭確認 泥岩上面に湧水あり	幅140m, 長さ270m 勾配: 11度	累計333mm 時間最大46mm

- 釜沢地すべりは、海川右岸の釜沢地すべり防止区域（指定面積：148.08ha）の北側に位置する。
- 台風21号襲来時以前の9月8日に1回目の地すべりが発生し、台風により2回目が発生した。2回目は、1回目の発生（規模：幅100m, 長さ380m（堆積域含む））から右岸に50m拡大し、また、堆積域が90m前進して海川まで到達した。



写真-2 1回目全景（2017.9.9撮影）



写真-3 2回目全景（2017.10.24撮影）

### (1) 発生域

- 滑動後の移動経路には基盤の泥岩層が断続的に確認され、その上面を多量の湧水が流れていたことから泥岩層が不透水層として地下水を制限し、その上の崩積土、風化破碎泥岩からなる移動層の滑動抵抗を

低下させていたものとみられる。

- 1回目の地すべり発生後は左岸側に落ち残りとして地すべり土塊が残存し、2回目の右岸側の拡大地すべり発生後も残存した。滑落崖や副次崖の傾斜方向と倒木の方向が概ね一致していることから地すべりの移動方向は、中央の沢流下方向の南向きよりやや西に傾斜した方向と考えられる。



写真-4 地すべり土塊と移送域の沢経路（2017.11.5撮影）

### (2) 移送域

- 移送域は、雨樋（とい）のような半円形の地形の両岸に明瞭な滑動痕の条線が確認される。



写真-5 中央沢地形右岸（2017.9.9撮影）



(3) 堆積域

- ・ 地すべり堆積域は、標高 130m 付近の林地境界部付近から下方であり、概ね 30° 程度で堆積し、下流に幅 140m 広がり海川右岸に流入した。堆積域の底面の勾配は概ね 10° である。
- ・ 沢地形は谷水を集め土塊へ供給したため、発生直後、堆積土は高含水状態で泥濘化した。



写真-6 堆積域の状況 (2017. 10. 29 撮影)



写真-7 堆積域の左側部 (2017. 10. 29 撮影)  
(高さ 6~8m 上部まで通過した痕跡が残る)

(4) 1 回目と 2 回目の移動順序と移動方向

- ・ 強い降雨により、すべり面の間隙水圧が上昇し、地すべりが発生したものと考えられる。

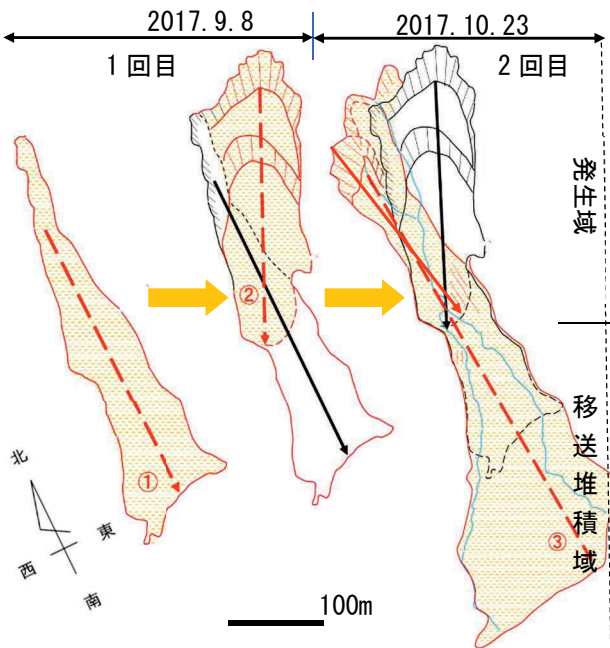


図-7 釜沢地すべり発生順序模式図<sup>6)</sup>



写真-8 泥岩面とその上面の湧水  
(下面:泥岩勾配 40度, 上面:崩積土)

- ・ 発生した移動順序は以下のようなものである。
- ・ ①: 上流方向中央の沢部の土塊が滑動,
- ・ ②: ①とほぼ同時期とみられるが上流方向右側の地すべり斜面が沢方向へ滑動した。
- ・ ③②以降の約 1 ヶ月後の 10 月 23 日に右岸支流上部の土塊が滑動し, ①②の堆積土塊と合流して, 下流へ広がりながら堆積した。
- ・ 今回の釜沢地すべりの移動方向 (南) と地質の走向 (南西) は概ね調和的であり, 最初に沢筋の土塊が滑動したことにより, 兩岸の周辺斜面がゆるみ, 二次的に複数回の地すべりが発生したものと考えられる。

(図-7, 図-8 参照)

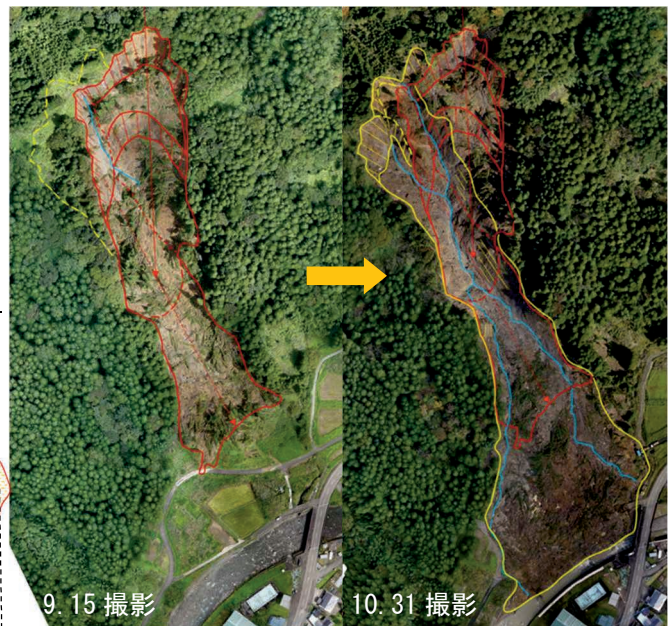


図-8 発生順序模式図②③の対比写真<sup>6)</sup>

## 6 まとめ

- ・ 今回の台風 21 号による豪雨は、調査地近傍の能生、筒方観測点において観測史上 1 位の値を記録した。(新潟地方気象台調べ) 近年の気候変動によって更に降雨量が増大する可能性がある。言い換えると、地すべりの誘因力が今後増加すると想定される。
- ・ 当該流域の地すべりタイプは、流動型すべり(Flow)であり、発生域→流動域→堆積域と比較的明瞭に区分される。
- ・ 今回土砂が流出した箇所は、過去にも地すべり災害が発生した溪流である。この海川流域の住民は長年の生活の知恵から今回の土砂流出範囲を避けて家屋を設けていたため人的被害はなかった。
- ・ 地質構造からみると、地すべり発生域は砂質土層や地すべり崩積土と泥岩の境界域に相当し、地下水の浸透能のギャップが生じる構造であった。この浸透能のギャップが存在することにより、多量の降雨が不透水層の泥岩によって浸透できず、斜面上部の砂質土層や地すべり崩積土内の間隙水圧が上昇して地すべりが発生したと推定される。

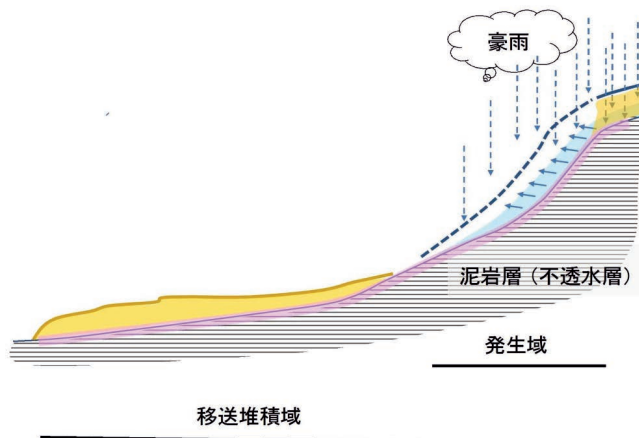


図-8 地すべり発生域模式断面図

## 7 今後の課題

- ・ 近年の降雨は、一降雨あたりの総雨量が多くなる傾向があり、今回紹介した様な流動型地すべりの発生予想域では、地すべりの発生頻度が増してくるものと思われる。したがって、地すべりによる被害を未然に防ぐためには、地すべり発生域での斜面の点検や、防止施設の点検は、ますます重要になってくる。

- ・ 今回の災害事例では幸いにして人的被害は避けられたが、このような流動型の地すべりは、発生域から遠く離れた地点まで土砂が到達するため、思わぬ地域が被害を受ける場合も想定される。したがって過去に地すべりが発生し流動型となることが予測される溪流等では、砂防基礎調査で推定される範囲を超えて土砂が到達する可能性があるため、区域の検討に際しては実際の地形条件等を考慮した例えば LS フローなどのソフトを使ったシミュレーションの援用も考慮する必要がある。
- ・ 地すべりが流動型となるかどうかは、単に地形的要因だけで到達距離や流下速度が決まる訳ではなく、地すべり土塊の土質特性も関与している可能性もあり、崩積土砂の土質試験等も行って、解明する必要がある。

## 8 謝辞

本稿をまとめるにあたっては、所管の新潟県糸魚川振興局農林振興部 真島健一森林施設課長はじめ、地域整備部各位にご指導を頂いた。また現地では、国立研究開発法人土木研究所 雪崩・地すべり研究センター石田孝司所長(当時)、新潟県地すべり対策研究会の各位には貴重なご意見を頂いた。さらに国土防災技術(株)高田事業所の西山勇氏、南雲政博氏には、現地と取りまとめでご助力を頂いた。この場を借りて併せて感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 新潟県管内図(河川及び海岸)
- 2) 糸魚川地域振興局管内図
- 3) 新潟県地質図(2000), 新潟県
- 4) 新潟県 HP,  
<http://doboku-bousai.pref.niigata.jp/kasen/servlet/bousaiweb>
- 5) 新潟県 HP,  
[http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML\\_Article/485/372/H29\\_21st\(ver1.0\),0.pdf](http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/485/372/H29_21st(ver1.0),0.pdf)
- 6) 2017年(平成29年)度 緑(県営)第7809号報告書(2017), 糸魚川地域振興局, p5-6, 7, 8



# 茶釜滝川地区の地すべりについて

酒井 順（株式会社キタック）

キーワード：地すべり、土石流、台風 21 号、豪雨災害

## 1. はじめに

平成 29 年 10 月 23 日に本州に上陸した台風 21 号によって、新潟県上越地域は多大な被害を受けた。特に糸魚川市から上越市にかけては、海岸部から約 5km 内陸側にあたる中山間地域で降雨が集中しており、大規模地すべりや土石流性の崩壊が多数発生した。

今回は、糸魚川市寺高倉地域の地すべり防止区域「茶釜滝川地区」に隣接する斜面で発生した「茶釜滝川地すべり」について整理する。

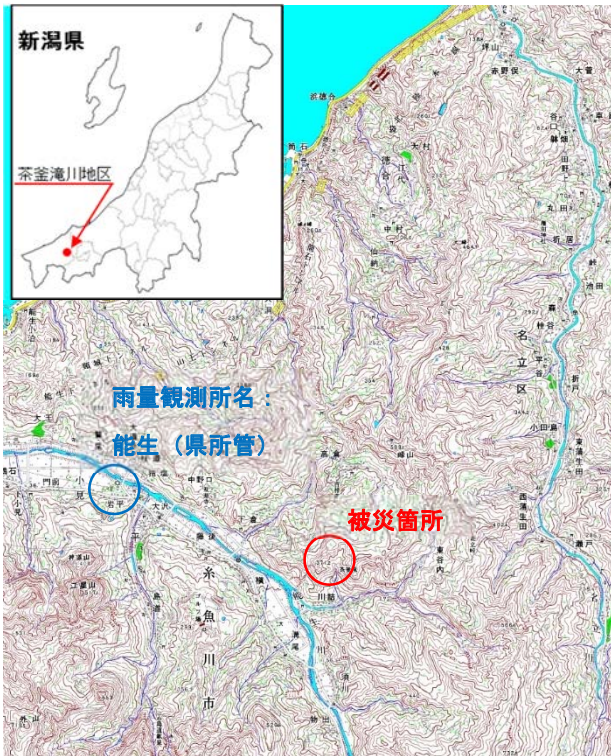


図 1 調査地案内図

## 2. 地すべり状況

「茶釜滝川地区」地すべり防止区域は、一級河川能生川中流域の右岸部に位置する。防止区域の西端部は能生川沿いに河川と平行して北西～南東方向に延びる尾根地形であり、東端部は能生川の支流川詰川支溪の茶釜滝川である。区域内は、西端部の尾根地形から東に延びる派生尾根がみられ、東端部の茶釜滝川に向かって傾斜した幅広の緩斜面を形成して

おり、崩積土が厚く堆積している。緩斜地には地すべり地形が認められる。

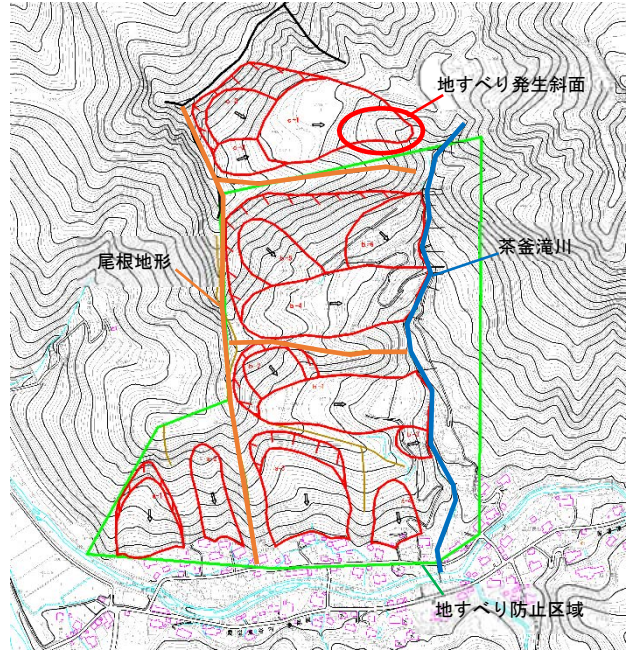


図 2 茶釜滝川地区の地すべり概要図

今回の茶釜滝川地すべりも、同様の特徴の地すべり地形内で発生した二次的な地すべりである。地すべりの規模は、幅約 70m、延長約 240m であり、末端を茶釜滝川が流下する。

地すべりは、左岸部に高さ 15～25m 程度の滑落崖を形成するが、右岸滑落崖は約 5m 程度である。

左岸滑落崖には、上から半固結の玉石混り砂礫、風化礫岩砂岩、風化泥岩が露出しており、右岸滑落崖には新鮮な泥岩が露出する。

崩土は軟質な礫混り土砂、強風化泥岩からなる。

崩土内の右側（左岸滑落崖下）には沢地形を形成しており、所々陥没凹地を形成し水溜まりができています。

崩土内は攪乱されており、二次すべり頭部である段差地形も認められる。

末端は茶釜滝川の溪流に抜け出る二次すべりブロックが形成されており、末端部は常に浸食を受け、



表層崩壊が発生している状態にある。

茶釜滝川の約 550m 下流には川詰集落があり、地すべり崩土の一部は土石流化し、川詰川まで到達している。残存する地すべりブロックの再滑動によって被災する可能性がある。



写真 1 地すべり状況



写真 2 地すべりブロック内の状況

### 3. 地質構造

調査地の基盤岩は、新第三紀鮮新世川詰層、中新世能生谷層の砂岩泥岩互層であり、北北東方向に 20° で傾斜している。

地形は、能生川右岸を北西～南東に伸びる尾根とそこから東方向に派生する尾根に規制される。

東に伸びる尾根の南翼斜面は地質構造上受盤構造となり、急傾斜地を形成している。北翼斜面は流れ

盤構造となりやや緩斜地となる。

尾根間は、これらの構造によって供給された崩積土が厚く堆積している。

### 4. 地すべり発生機構

#### 素因

- ・地すべり地形を包括する範囲で過去の地すべり地形が認められ、軟質な地すべり崩土が分布していた。
- ・基盤地質は風化が進行しやすい泥岩であり、表層部は亀裂が発達し土砂化が進行した脆弱な地層であった。
- ・地すべりの後背斜面は透水性の高い礫岩・砂岩が分布し、雨水の浸透し易い地盤特性であった。
- ・周囲は尾根に囲まれた谷地形を呈し、地表水は集中しやすい地形をしている。

#### 誘因

- ・台風 21 号による多量の降雨があった。糸魚川市能生観測所で最大 24 時間雨量 225mm (観測史上最大)、連続雨量 268mm を観測する。
- ・多量の雨水が浸透し、水位上昇に伴う土中の過剰間隙水圧が発生する。

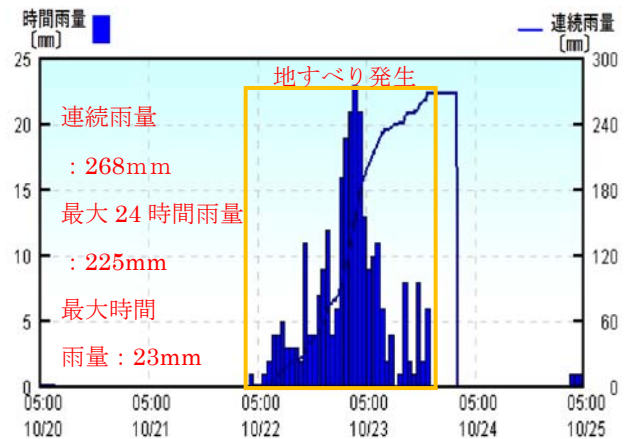


図 3 雨量データ (能生観測所)

#### 滑動形態

①元来規模の大きな地すべり地形が認められることから、過去に滑動した地すべりブロックが存在していた。

②豪雨により多量の雨水が浸透し、過剰間隙水圧の発生によって、過去の地すべりブロック下部で地すべり (A2 ブロック) が滑動する。滑動は、南の尾根



地形に規制され、東方向に移動する。

③A2 ブロックは南側の尾根に規制され谷地形に沿って東方向に移動し、A1ブロックが二次すべりとして滑動する。さらに A2 ブロック頭部で A3 ブロックが引っ張られ滑動した。

現在ボーリング調査中であり、今後地すべり対策工を検討予定である。

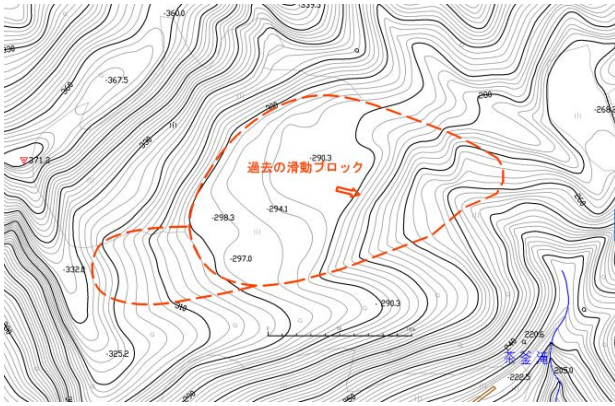


図4 古い地すべり地形

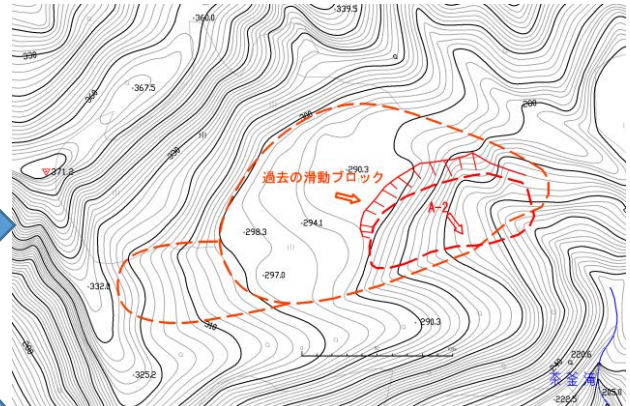


図5 A-2ブロックの滑動

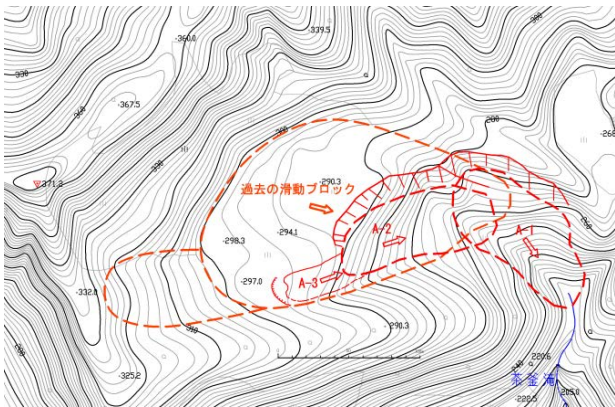


図6 2次すべり (A-1、A-3) の滑動



写真3 地すべり全景



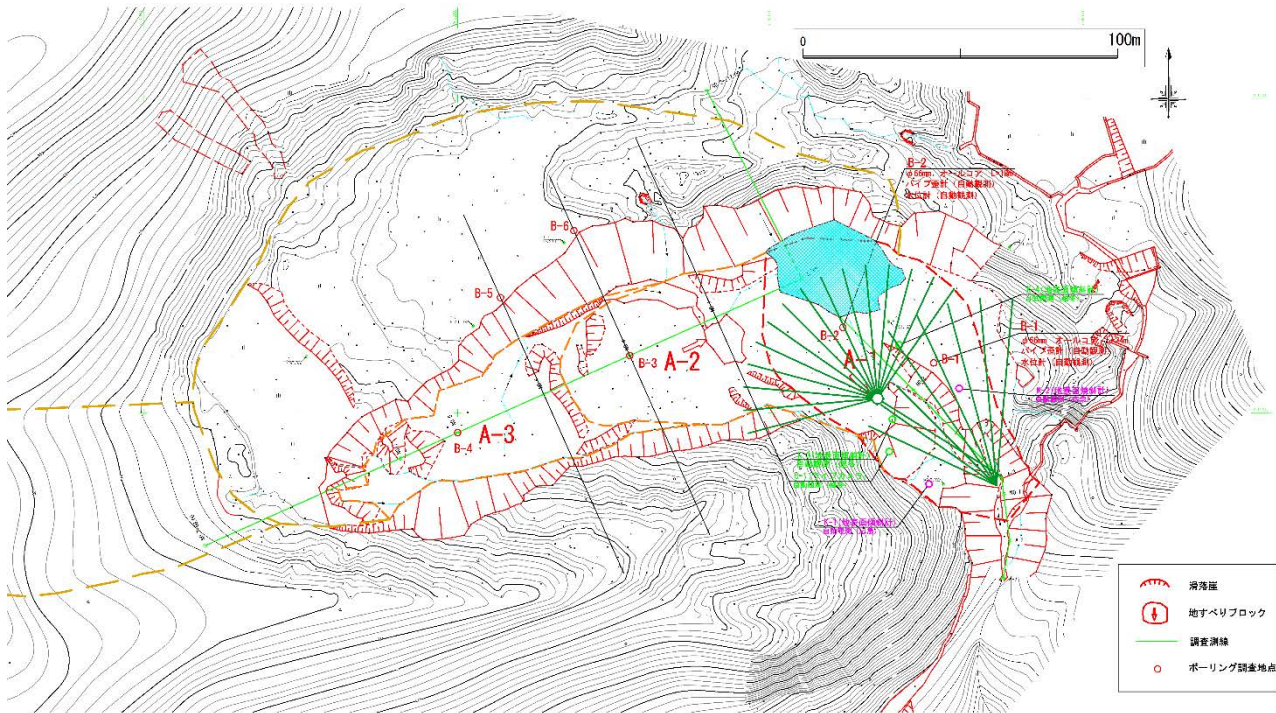


図7 茶釜滝川地すべり平面図

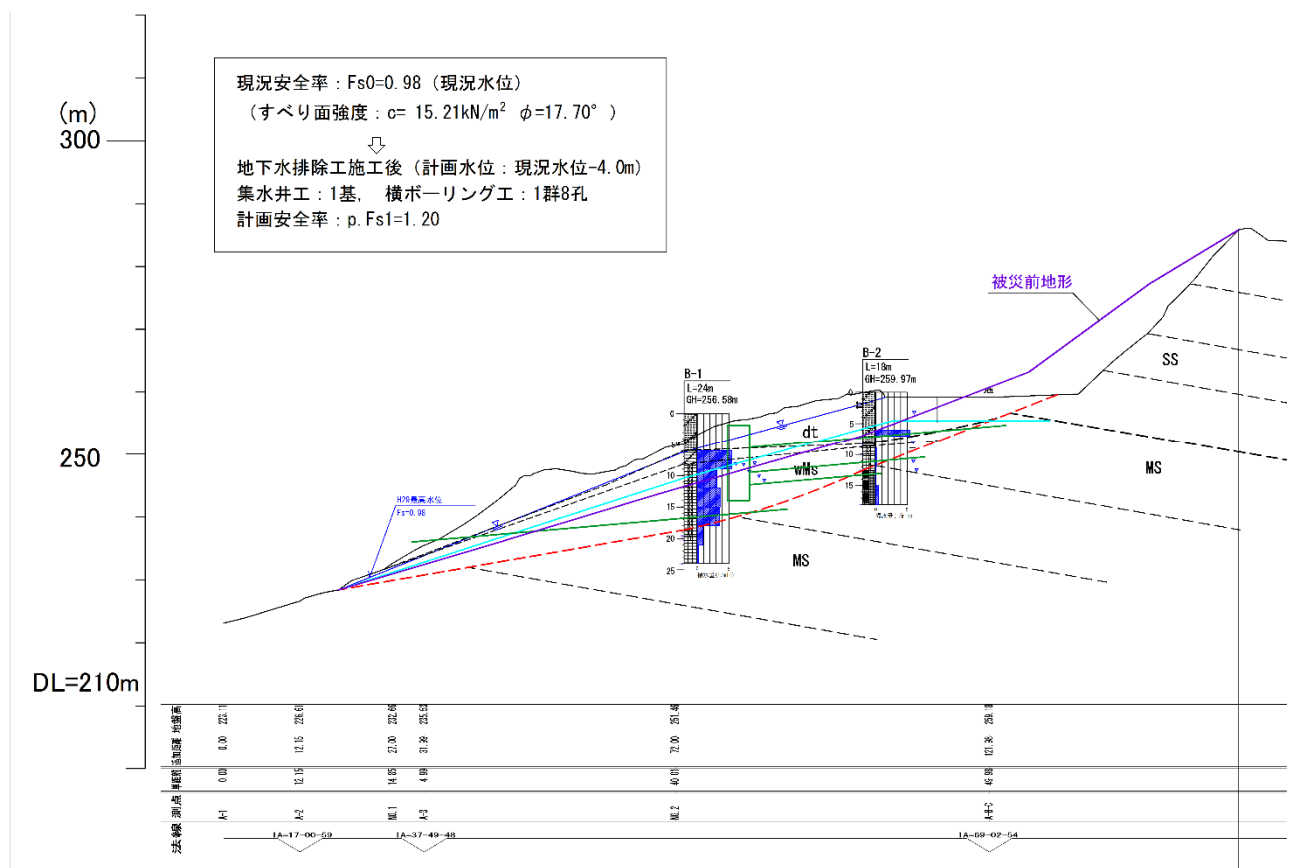


図8 茶釜滝川地すべり断面図

# 滝坂地すべりの概要と最近の話題

The outline and recent topic of Takisaka landslide area

中谷正勝 (国土交通省北陸地方整備局阿賀野川河川事務所)

Masakatsu NAKAYA (Aganogawa River Office, MLIT)

キーワード：大規模地すべり、排水トンネル、対策効果

keywords : Large-scale landslide, Drainage Tunnel, Effect of landslide prevention works

## 1. 滝坂地すべりの概要

滝坂地すべりは福島県西会津町豊洲地内、阿賀野川水系阿賀川右岸部に位置している (図 1)。地すべりの規模は南北約 2.1km、東西約 1.3km、地すべり層厚は最大約 140m、推定される地すべり移動土塊量は約 4,800 万 m<sup>3</sup> であり日本最大級の第三紀層地すべりである。

当該地すべりは、大きく南北の 2 ブロックに区分され、さらに北部 3 地区、南部は 6 地区に細分されている (図 2)。

滝坂地すべりの末端に直面する阿賀川には「銚子の口」と呼ばれる狭窄部があり、出水時には著しく河川水位が上昇し、地すべり活動への要因の一つとなり得る。

滝坂地すべり周辺の地質は、先第三紀花崗岩類を基盤として、上位に緑色凝灰岩を中心に砂岩、泥岩等が、さらに上位に第四紀の堆積物が分布している (図 3)。大石西山の花崗岩は亀裂質で地下深部まで風化が進み、地下水が豊富に賦存している。すべり面は、凝灰岩層の下部～アルコース質砂礫岩の上面に形成されている。

## 2. 滝坂地すべりにおける主要な災害履歴

滝坂地すべりによる災害履歴としては、古くは嘉応元年から記録されており、その後も継続的に地すべり活動による災害や変状が発生している (表 1)。嘉応元年と慶長 16 年には、地震により阿賀川にて河道閉塞が発生したとの記載がある。

表 1 滝坂地すべりの災害履歴年表

年度	状況
嘉応元年	地震で滝坂地すべりが阿賀川 (銚子の口) を塞ぐ。
慶長 16 年	会津地震による河道閉塞が生じ「山崎新湖」が形成。
明治 21 年	松坂地区南部に地すべりが発生し、耕地が荒廃。
明治 38 年	常盤地区に地すべりが発生し、人家 11 戸が移転。
昭和 20 年～24 年	沼田地区の地すべりが活発化し、上沼が徐々に大きくなる。
昭和 24 年	2 月 松坂地区に地すべりが発生し、田畑 5.8ha が荒廃、人家 14 戸が移転。
昭和 33 年	引牧地区住宅に地割れが発生し、人家 11 戸移転。
昭和 35 年	5 月 滝坂地区のほぼ全域に地すべりが発生。各所に深さ 30m 程度の亀裂が多数発生し、笹川は押し出された土砂で閉塞。
昭和 45 年～49 年	8 月 集中豪雨で地すべり活動が活発化、阿賀川河岸部の隆起が顕著となる。
平成 6 年	3 月 降雨に伴う融雪で袖の沢、沼田地区を中心に地すべりが発生し、阿賀川に土砂が押し出され町道に段差や亀裂が生じる。

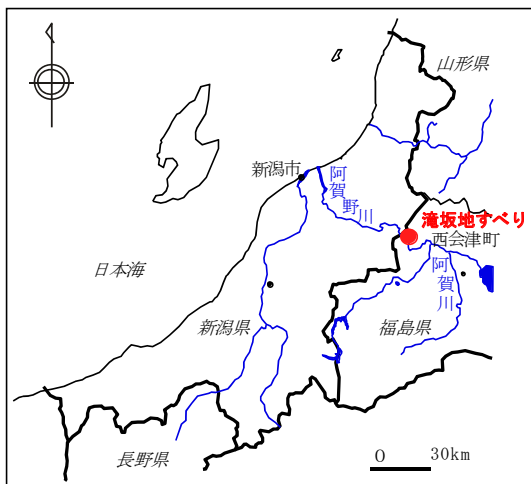


図 1 滝坂地すべり位置図



図 2 滝坂地すべりのブロック区分

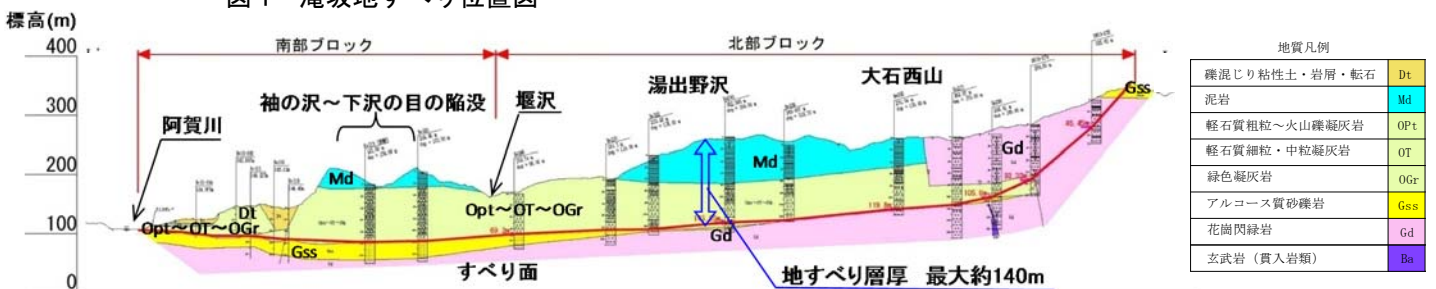


図 3 滝坂地すべり主側線断面図



### 3. 滝坂地すべりの移動形態

滝坂地すべりは、地すべり斜面上部から末端にかけて、その移動方向が変化する。既往の観測結果より、2つの移動形態が確認されている（図4）。1つ目は、北部ブロックが南部ブロックの移動に連動して南南西に移動するものと、2つ目は、南部ブロックが北部ブロックの押し出しにより西南西に移動するものである。地すべりブロックが活動する要因は、融雪や豪雨に伴う地下水水位の上昇が主たるものである。

### 4. 地すべり対策事業の経緯

滝坂地すべりは、昭和33年から福島県が地すべり対策事業に着手し、袖の沢・松坂・湯出野沢にて、その対策が実施されてきた（図5、表2）。その後、融雪や降雨に起因する滝坂地すべりに活動により阿賀川への影響が深刻化し、平成6年度から袖の沢

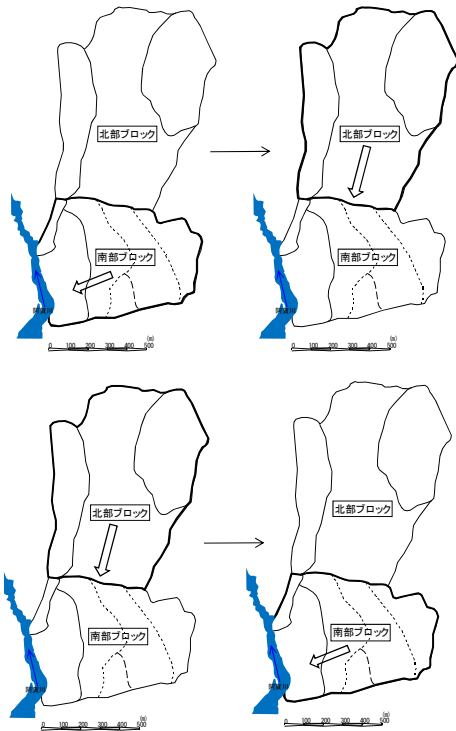


図4 滝坂地すべりの移動形態の模式図

地区の排水トンネル工と沼田地区の集水井工が施工された。

ところが、その後も滝坂地すべりの活動は、南部ブロックにとどまらず北部ブロックの変動も影響していることが判明し、それにより地すべり全体を見据えた大規模な対策が必要となった。被害が新潟県へも及ぶことと、福島県からの要請もあり平成8年度から国土交通省直轄事業として対策に着手した。地すべり対策の推進にあたり、高度な検討と助言が必要なことから、直轄当初から「滝坂地すべり対策検討委員会」を設置し、学識経験者の提言を受けながら事業を進めているところである。

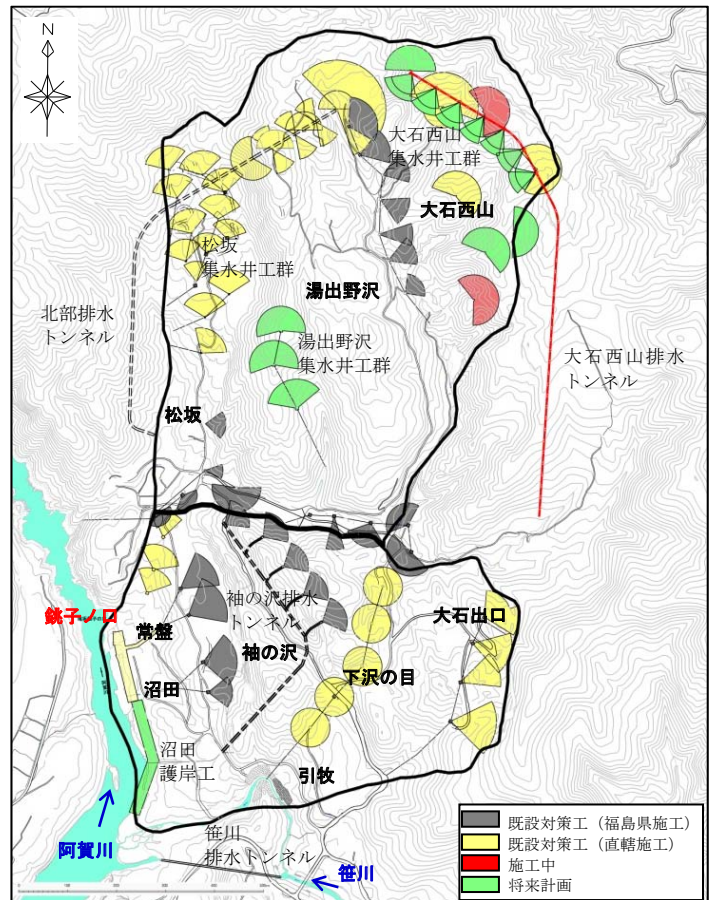


図5 地すべり対策事業の整備状況

表2 地すべり対策工実施状況

事業者	施工年	地区名 青字：北部ブロック 水字：南部ブロック	対策工
福島県	昭和33～46年度 昭和47～59年度 昭和60～62年度 昭和61～63年度 平成元年度 平成2年～7年度 平成2～3年度 平成6～7年度	松坂、常盤、沼田 常盤、下沢の目 松坂 湯出野沢 下沢の目 下孫目 湯出野沢 袖の沢	導流堤、集水井工、水路工、横ボーリング工 集水井工 連続集水井工、水路工、横ボーリング工 連続集水井工 ディープウェル工 排水トンネル工 水路工 排水トンネル工
国土交通省	平成8～16年度 平成17～22年度 平成23～26年度 平成26年度～	下沢の目、大石出口 松坂 湯出野沢、沼田、常盤 大石西山	連続集水井工 排水トンネル工、集水井工 抑止杭工、集水井工、護岸工、排水トンネル工 集水井工、排水トンネル工



## 5. 地すべり対策事業の施工効果

滝坂地すべりでは、地すべり活動の誘因となる地下水を排除するために、集水井工や排水トンネルといった地下水排除工を主体とし、地すべり対策事業を実施している。近年では、平成 26 年度に北部排水トンネルの施工が完了し、現在大石西山排水トンネル、及び大石西山集水井工群を施工中である。大石西山排水トンネル（延長 1,040m）は、平成 28 年 6 月より掘削に着手し、平成 30 年 2 月に掘削を完了したところである（写真 1）。



写真 1 大石西山排水トンネル終点部の施工状況

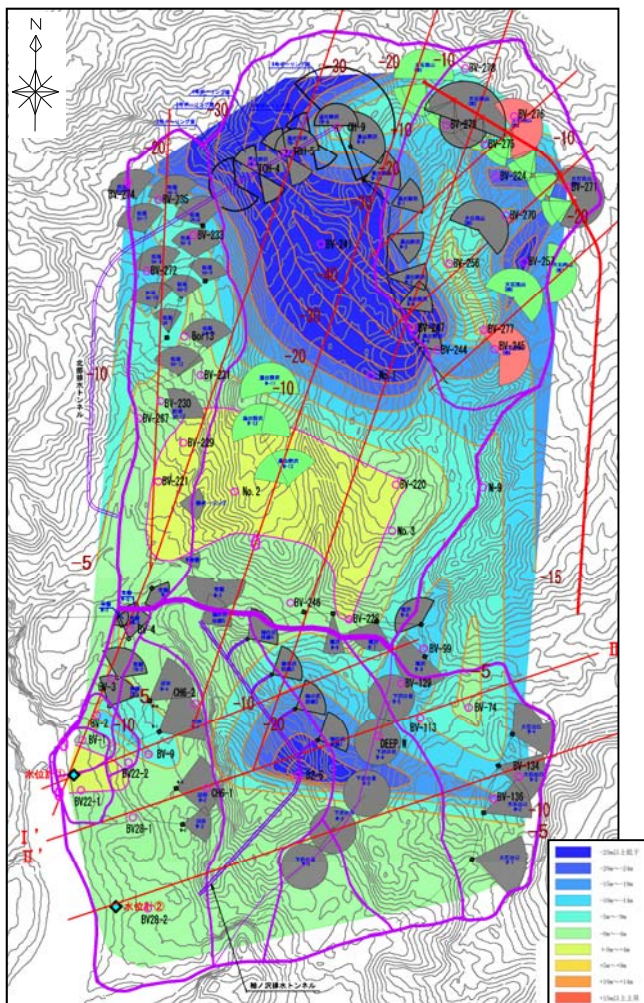


図 6 対策施工前と平成 29 年度最高水位時との差分コンター図

### 5.1 地下水位の低下状況

対策工の施工効果として、南部ブロック袖の沢、及び北部ブロック湯出野沢・大石西山の斜面上部に顕著な地下水位の低下が現れている。いずれも排水トンネル工、及び集水井工が施工されている領域を中心として、南部ブロックでは最大 30m、北部ブロックでは最大 40m 以上の地下水位低下が認められている（図 6）。

### 5.2 地すべり移動量の減少

滝坂地すべりの地表変動は、平成 29 年度の年間移動量が最大で 3.4cm であり（図 7）、平成 7 年の直轄地すべり対策事業着手前と比較して大きく減少している（平成 7 年の年間最大移動量は 163.8cm）。移動量の減少は、これまで実施してきた対策工の施工効果であると言える。

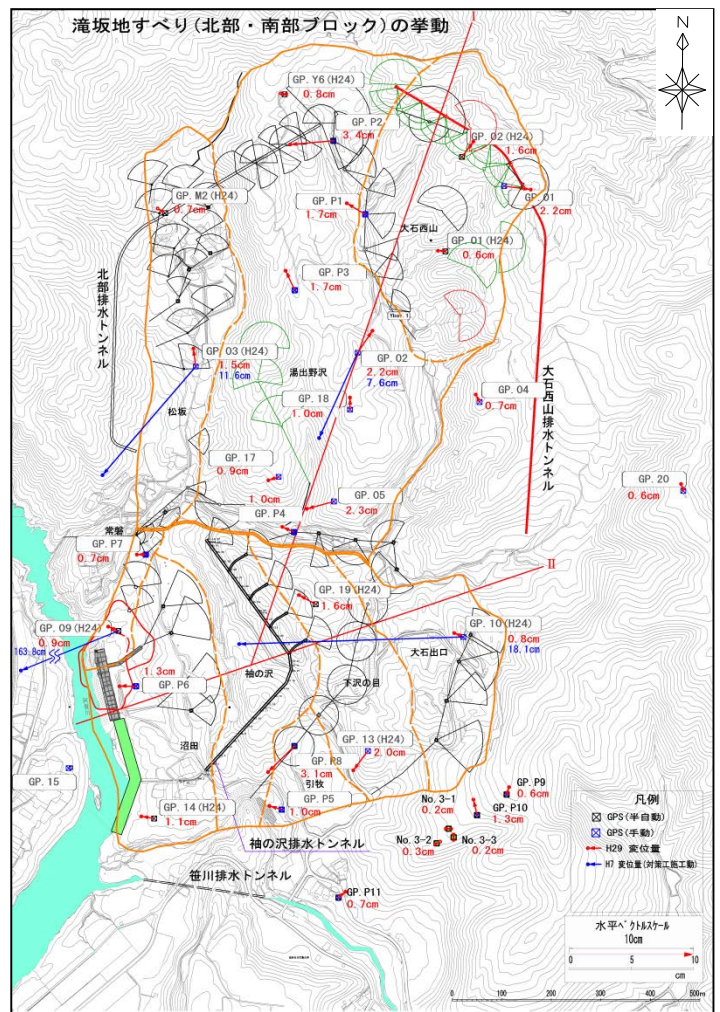


図 7 平成 29 年度 GPS 観測結果図



## 6. 最近の話題

### ～南部ブロック南側隣接斜面について～

滝坂地すべり防止区域は約 150ha にも及び、全国の国土交通省所管の地すべりの中でも最大級の地すべり層圧（約 140m）を有する。当該防止区域内では北部、及び南部ブロックが中核を成しており、それらのブロックに対する対策をこれまで実施してきた。一方で、地すべり防止区域としては笹川に面する南部ブロック南側隣接斜面についても含まれており、近年、当該領域において亀裂や段差といった地すべり変動に起因する変状が確認された。

### 6.1 南部ブロック南側隣接斜面の地表状況

南部ブロック南側隣接斜面内では、尾根を胴切りする凹地形（写真 2）や、笹川に面する斜面において発達した亀裂を確認した（写真 3）。また、当該斜面と南部ブロック間の斜面には、南部ブロックに追従し変状が生じたと考えられる領域において開口亀裂を確認した（写真 4）。この追従領域には、南部ブロックの滑落崖から連続した亀裂も認められた。



写真 2 尾根を同切りする凹地形の状況



写真 3 笹川に面した斜面で確認した開口亀裂の状況



写真 4 追従領域に発達する開口亀裂の状況

### 6.2 南部ブロック南側隣接斜面の調査観測状況

平成 29 年度に南部ブロック南側隣接斜面では、調査ボーリングを計 6 箇所にて実施した（図 8）。調査後はパイプ歪計を設置し、地下水水位と共に観測を行っている。斜面上部の亀裂が多数確認された箇所や、人家の付近の道路面にて移動杭や GNSS により地表面の移動量を観測している。

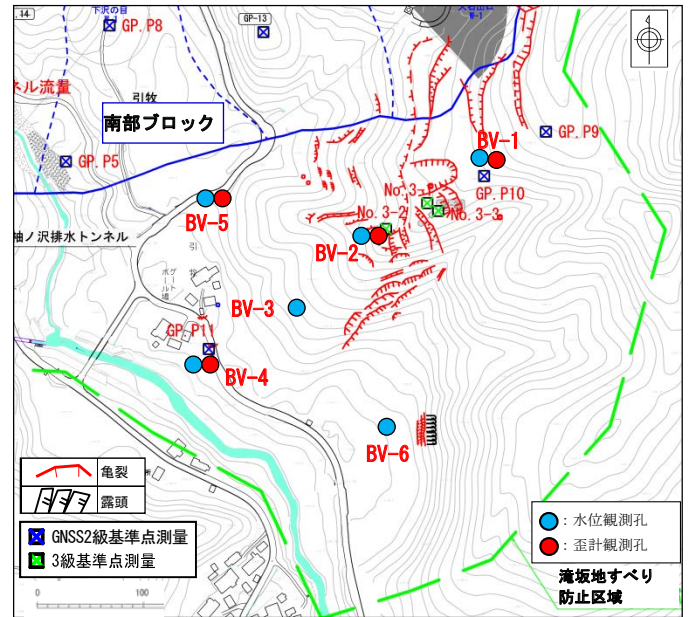


図 8 観測位置平面図

## 7. 今後の方針

既施対策工の効果により、本地区の地すべり変動は沈静化に向かっている。しかしながら、近年のこれまでにない豪雨・豪雪の発生を鑑みれば、今後の地すべり挙動の監視・観測を継続し、地すべり対策事業の効果評価を引き続き実施していく必要がある。

また、近年変状を確認した引牧ブロックについても、監視・観測を継続すると共に、今後の対策方針について検討を進めていくこととしている。



# 積雪期に発生した土砂災害 — 富山県南砺市利賀村における事例 —

Landslide disaster occurred in snowy season

- A case study in Togamura, Nanto, Toyama Prefecture -

古谷 元 (富山県立大学)

Gen FURUYA (Toyama Prefectural Univ.)

キーワード：地すべり，降雪量，人工改変，新第三紀

Keywords: Landslide, Amount of snowfall, land use change, Neogene

## 1. はじめに

豪雪（積雪）地域に分布する地すべりは、従前より「春先の融雪時における浸透水」が発生誘因であることが広く認識されている。全県が豪雪地帯（うち4市2町は特別豪雪地帯）の指定を受けている富山県でも、同様な認識になっている。ところで平成29年1月16日に、富山県南部の山間部に位置する南砺市利賀村（旧東砺波郡利賀村）上百瀬では、土砂災害（地すべり）とその後の土砂流出：以後、上百瀬の地すべりと呼ぶ）が発生した（写真-1）。この土砂災害（地すべり）は、本県における地すべり災害として平成26年12月に砺波市の県道井栗谷大門線で発生した事例以来の比較的規模が大きいものであった。この時期は、日本海側の山間部では積雪期になる。そのため上百瀬の地すべりの発生時期は、一般的に地すべり多発時期とされている春先の融雪期には該当しない。言い換えると従前の認識の上では、希なケースとして判断されることになる。現在のところ上百瀬の地すべりでは、災害復旧工事が継続しており、詳細な調査が待たれる状況ではあるが、本報告では、既報（古谷ほか(2017)；古谷(2018)）や既存資料をもとに上百瀬の地すべりに関して、その経緯や発生環境を中心として紹介する。



写真-1 南砺市上百瀬で発生した土砂災害（地すべり）の全景写真（平成29年1月17日富山県撮影）

## 2. 地形・地質の概要

上百瀬の地すべりは、富山市の南南西約35km（図-1）、神通川水系百瀬川の左岸斜面に位置する（図-2）。当該地域の標高は、百瀬川左岸の県道付近で666m、発生域で約850mになる。百瀬川沿いでは、南南西から北北東方向に貫いている河谷の谷底部に平坦地が形成され、主に集落や農耕地として土地利用されている。一方、斜面部では、林地が広がっているが、当該箇所は、昭和53年にスキー場（利賀スキー場）が開設された（利賀村史，2004）。その後このスキー場は、百瀬川上流側に新たなスキー場が平成9年に開業した事に伴って廃止され、スキー場施設の一部が山村体験交流施設等に使用されてきた。なお利賀村史（2004）によると上百瀬地区の上流では、昭和32年3月に融雪災害が発生し、百瀬川が堰き止められたことが記録されている。

南砺市利賀村周辺の地質構造は、これまでの地殻運動の履歴を受けて複雑である。図-3は、5万分の1地質図幅「白木峰」や野沢ほか（1981）に基づいた上百瀬周辺の地質図である。この図および野沢ほか（19



図-1 南砺市利賀村上百瀬の位置  
（電子国土 web に加筆（古谷ほか，2017））



図-2 地すべり発生箇所の位置  
(1:25,000 地形図「利賀」に加筆(古谷ほか, 2017))

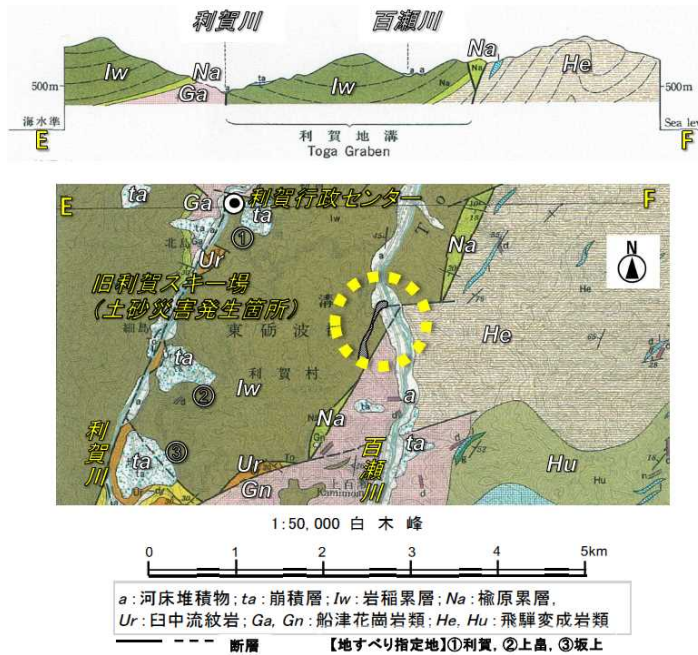


図-3 上百瀬周辺の地質  
(1:50,000 地質図「白木峰」に加筆)

81) によると表層地質は、主として新第三紀の楡原累層の砂岩の上位に新第三紀の安山岩質凝灰角礫岩からなる岩稲累層が被っている。粕野(1992)や地学団体研究会(1997)によると楡原累層は、非海成層の堆積物とされ、岩稲累層は、日本海拡大期の活発な火山活動による火山性堆積物と考えられている。地すべりの東側には、三畳紀～ジュラ紀の船津花崗岩が断層を挟んで存在する。この断層は、利賀地溝の東縁を限るものと考えられている。図-3 中には、今回の地すべり地の北側における東西方向の地質縦断面も示されている。これによると地すべり発生箇所は、受け盤斜面の傾向が推察される。また、百瀬川左岸側斜面に比べて利賀川右岸側斜面に崩積層の分布が複数箇所認められる。これらは地すべりによるものである。代表的な地すべり指定地として、図中に①利賀, ②上島, ③坂上を挙げている。

### 3. 上百瀬の地すべりの発生状況

上百瀬の地すべりは、まず1月16日15:30頃1回目のすべりが発生した。地すべりの発生域は、幅が最大で約100m、長さが約250m(舌端部を含む)、深さが最大で約20m、および土塊の体積が約15万 $m^3$ と推定されている(図-4, 写真-2)。発生直後の報告(古谷ほか, 2017)によると、発生域の土塊の一部と従前の堆積物(地すべり崩土(防災科学技術研究所, 2000))の一部は、ボトルネック状の地形に沿って流下し、側方リッジを形成しながら積雪面を圧雪して移動した(写真-3)。特に地すべり発生直後においては、圧雪されたアイスバーンの上に明瞭な擦痕が確認された。この時の移動速度は、少なくとも斜面下部付近で毎秒10cm程度であった。1月16日に発生したすべりは、最終的には発生域下端から約540m進み、1月17日20:00頃に小康状態となった。

当初の発生域では、1月20日午前0時10分頃に頭部が斜面上部へ拡大(発生域の長さ350m:図-4)し、移動土塊の先端が県道上百瀬島地線に到達した。この時点での土砂の移動範囲は、全長990mになった。

斜面上部に堆積していた土砂は、1月30日午前2時30分頃に再度、斜面下方へ流れ出した。1月30日までの地すべりによる被災状況は、人的被害は生じなかったものの、住居2棟、車庫・納屋5棟、その他施設2棟が全半壊した。なお、本格的な融雪期に入った4月4日, 14日, および15日に発生域の頭部が小規模ながら拡大した(古谷, 2018)。



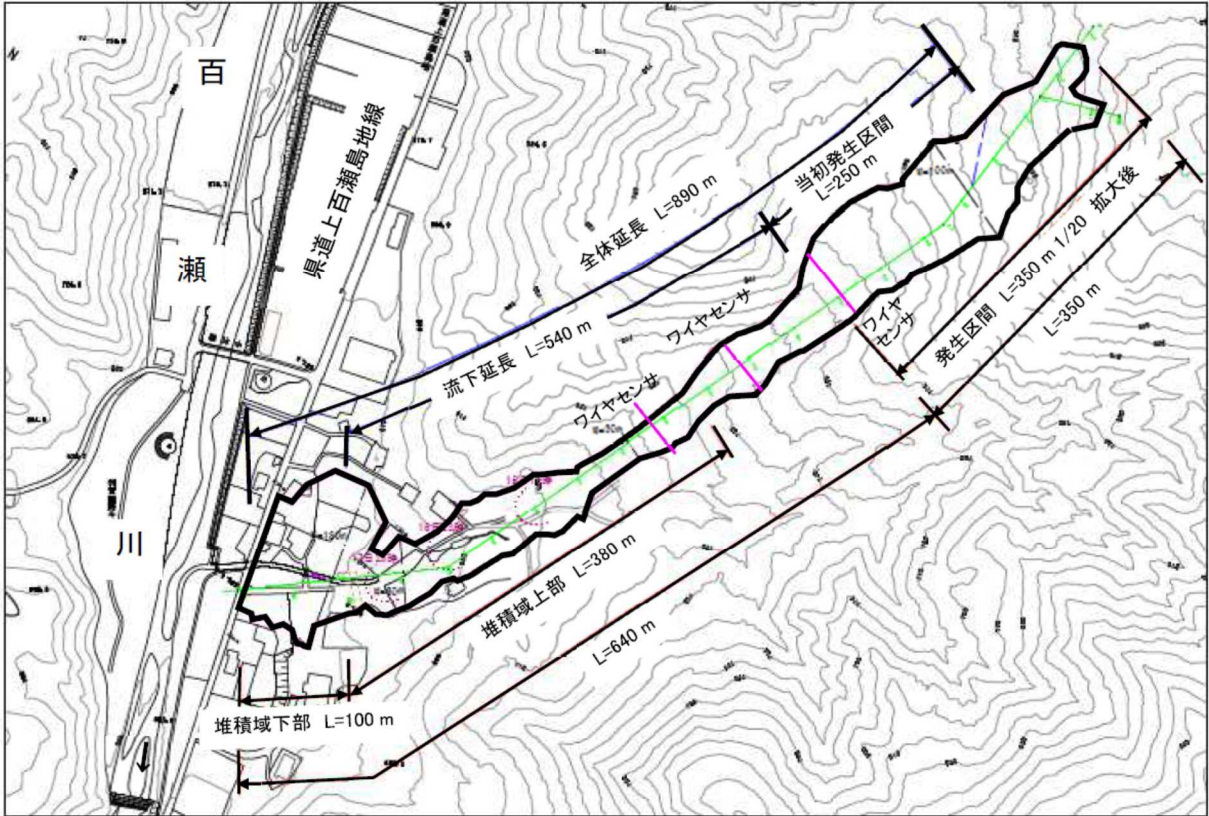


図-4 1月20日までの土砂移動範囲(富山県提供に加筆(古谷ほか, 2017):図面の下側が北)



写真-2 地すべり頭部(平成29年1月18日村尾英彦撮影)



写真-3 土砂流下の痕跡(平成29年1月18日村尾英彦撮影)

上百瀬の地すべりにおいて発生域付近の地質の様相は、やや複雑な状況を呈していた。写真-4と5は平成29年3月17日に撮影したものである。これらのうち写真-4では、滑落崖～側方崖において大きな岩塊・基岩の上に数m～10数m堆積物等が被っていたことが示されている。写真中の堆積物は、背後斜面からの土砂が溜まってものである(崩壊・地すべりによるものと推察される)。これ以外に数m程度の盛土の痕跡も確認された。岩塊や基岩は、安山岩質溶結凝灰岩が主体であり、一部では、写真-4に示すように次第に破砕が進み、粘土化している箇所も認められ、一部では湧水が存在していた。また、これらとは別に、成因は不明ではあるが、差し目状(傾斜は利賀川の方)に厚さが5～10cmの粘土層も認められた(写真-5)。同年3月6日にドローンによる撮影を実施したところ、頭部では、雪面上にややくさび状の段差が認められ、若干の崩落の



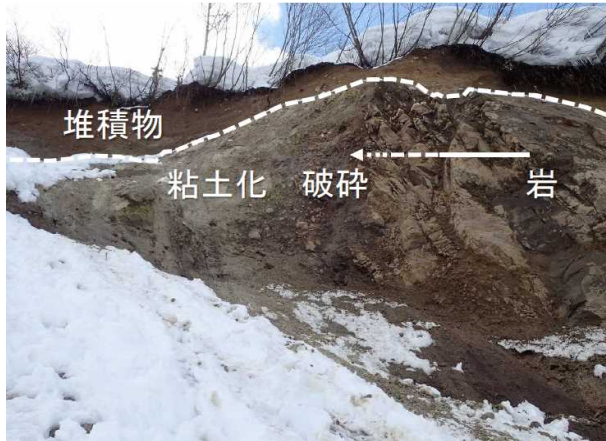


写真-4 滑落崖における斜面内部の地質状況 1  
(平成 29 年 3 月 17 日撮影(古谷ほか, 2017))



写真-5 滑落崖における斜面内部の地質状況 2  
(平成 29 年 3 月 17 日撮影(古谷ほか, 2017))



写真-6 滑落崖上部における不安定土塊  
(平成 29 年 3 月 6 日松浦純生撮影)



写真-7 発生域東側斜面における切土  
(平成 29 年 11 月 2 日撮影)

拡大が進行していた(写真-6)。その後、本格的な融雪期に入った4月4日, 14日, および15日に写真中に示したくさび状の岩塊が崩落し, 滑落崖が後方へ拡大した。写真-7は, 地すべり発生域の東側斜面で, 対策工事用の作業道を施工した際に斜面を切った状況を示している。この写真に示した露頭は, 土砂や礫から構成され, 少なくとも5m以上の深さで非常に乱れていた。このことより上百瀬の地すべりの発生域は, 上述の滑落崖付近の状況と合わせて, 斜面下部へ流下した土砂が, 岩塊のほかに過去の崩積土(地すべりによるものと考えられる)であることが推察される。

#### 4. 土砂災害発生前および発生時の気象状況

上述の通り上百瀬の地すべりは, 1月に発生していることから発生時期が春先の融雪期にはならない。ここでは, 簡単ではあるが利賀村に関連する気象資料に基づき, 降雪量, 気温と3回の土砂移動(地すべり,

崩壊域の拡大, および土砂流出)との間における関連性について検討した内容(古谷, 2018)を述べる。

利賀村史(2004)によると利賀村周辺では, 例年11月から4月の間に降雪が観測され, その積雪深が通常時で200cm, 豪雪時で400cmに達するとされている。表-1は, 昭和48年から平成16年の利賀村の最深積雪量の月間平均値と降雪量累計の月間平均値を示したものである。この表を参考にして本地すべりの発生時(1月16日)の積雪・降雪に関する平年値を見積もると, 最深積雪量は220cm程度(表中の1月と2月の平均), 降雪量の累計は225cm程度(1月の値の半分)になる。このことより利賀村では, 例年であれば2月までは200cmを超過する深い積雪深と降雪が続き, 3月以降に急速な融雪が生じる気象条件になる。このような気象の特徴より上百瀬の地すべりが発生した時期は, 例年であれば非常に雪深い積雪期に該当すると考えられる。

表一 利賀地域の月別最深積雪深と降雪量累計(昭和48年～平成16年の平均:利賀村史(2004)による)

区分	11月	12月	1月	2月	3月	4月
最深積雪量(cm)	23	104	201	244	203	89
降雪量累計(cm)	32	234	450	335	131	12

上百瀬地区の近隣では、利賀行政センターにて積雪量、積雪深、および気温の観測が原則1日1回午前中に実施されている。図-5は、平成28年11月1日から平成29年1月31日までの観測値を整理した結果である。この図より、地すべり発生直前までの降雪状況は、平成28年12月8日までは積雪深が記録されていない。その後、一時的に30cmを超過する降雪があったものの、地すべり発生前の平成29年1月10日までに積雪深は、4cmまで低下している。11月1日から1月10日までの降雪量の累計を整理すると、その量は147cmであり、表-1中の11月と12月を足し合わせた値に比べて著しく少ない。利賀地域における平成28年度冬季の本格的な降雪は、1月11日以降になり、地すべりが発生した1月16日時点での積雪深は126cmである。この積雪深のほとんどは、1月15日と16日にそれぞれ70cm、74cmの日降雪量によるものであった。なおこれらの日降雪量は、利賀地域では特に珍しいことではない。1月16日に発生した地すべりの誘因は、その直前までの気象状況が例年に比べて降雪量が少ないことより、融雪水の浸透の可能性が低いと推察される。このことは、1月16日のイベントが豪雪(積雪)地域で発生する地すべりとして認識されるタイプとは異なる可能性があることを意味する。

図-5において地すべりが発生した1月16日以降における積雪深は、低下と増加が記録されている。崩壊域の拡大が生じた1月20日は、積雪深が110cmま

で低下している。その後、1月23日から再び50cm/日を超す降雪となり、1月25日に最大の積雪深221cmが観測されている(3日間の累計:190cm)。ところが1月25日以降の積雪深は、土砂流出が発生した1月30日にかけて110cmまで急速に低下している。特に1月30日の気温は、6.5℃が記録されており、例年に比べて高い状態である。1月20日に発生した崩壊域の拡大の誘因は、融雪が関与するか否かは現時点で不明ではあるが、1月30日の土砂流出に関する誘因は、図中の経時変化より積雪深低下と気温上昇から融雪の関与が大きいと推察される。

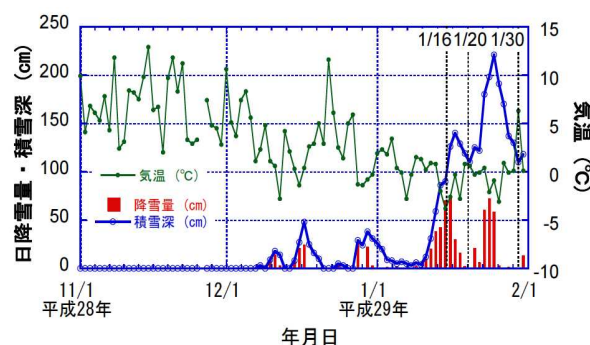


図-5 利賀行政センターにおける気象観測記録(富山県提供資料に基づいている(古谷, 2018))



図-6 上百瀬の地すべりに関する開発行為の変遷と地すべり地形分布(航空写真は国土地理院撮影, 地すべり地形分布は防災科学技術研究所 J-SHIS Map によるもので、それぞれに加筆(古谷, 2018))



## 5. 上百瀬の地すべりにおける人工改変

上百瀬の地すべりは、昭和 53 年に開設された利賀スキー場であることをすでに述べた。そこで同地すべりにおける人工改変（開発行為）の変遷について整理した。図-6 は、昭和 46 年、52 年、および平成 23 年に国土地理院より撮影された航空写真と防災科学技術研究所により判読された地すべり地形を示したものである。上百瀬の地すべりでは、過去の地すべり崩積土が堆積（写真-7）していた箇所にスキー場開設のための開発行為が為されたことになる。昭和 46 年の航空写真では、地すべり地の斜面は山林で覆われているが、昭和 52 年時点ではスキー場の造成工事が進んでいることが分かる。スキー場廃止後の平成 23 年の写真と昭和 52 年のそれとを比べると、昭和 52 年以降にも人工改変の拡大が認められる。

上百瀬の地すべりの発生機構に関する検討は、災害復旧工事後に実施する予定である。そのため現時点では、素因・誘因が明確に判明されていない。特に 1 月 16 日に発生した地すべりのトリガーについて全く不明である。この点を解明するために、今後、災害復旧工事（写真-8）が完了した際に、詳細な調査を展開したいと考えている。



写真-8 災害復旧工事状況の例

## 6. まとめ

本報告は、積雪期に発生した土砂災害（地すべり）の事例として、平成 29 年 1 月 16 日に富山県南砺市利賀村上百瀬の地すべりを取り上げた。上百瀬の地すべりは、例年値に比べて著しい少雪の状況下で発生した特異な例であるとともに、周辺部を含めて地質構造も複雑かつ人為的な地形改変の履歴があり、発生機構任官して様々な要因が絡んでいると思われる。現在、災害復旧工事が展開されているため、この工事が完了後に再度、調査を検討する必要がある。

**【謝辞】** 本研究の一部は、科研費 15H01797, 16K12857 の援助を得た。また、富山県土木部、および農林水産部、（一社）斜面防災対策技術協会富山支部、日本工営株式会社北陸事務所より関連資料と情報の提供を頂いた。現地では京都大学防災研究所の松浦純生教授、村尾地研の村尾英彦氏、京都大学大学院の大澤光氏、西山成哲氏、および佐藤達樹氏の協力を得た。誌面を借りて謝意を表す。

### 【参考文献】

- 防災科学技術研究所 (2000) : 地すべり地形分布図 第 11 集「富山・高山」, 1:50,000 白木峰.  
地学団体研究会 (1997) : 新版地学事典, 平凡社.  
古谷 元, 村尾英彦, 松浦純生 (2017) : 南砺市上百瀬で発生した土砂災害, 砂防学会誌, 第 70 巻第 2 号, pp. 26-29.  
古谷 元 (2018) 富山県の地すべり災害—地すべり地の分布と南砺市利賀村で発生した事例について—, 自然災害科学, 第 37 巻第 1 号 (印刷中) .  
粕野義夫 (1992) : 新第三紀の古地理変遷—丘陵の主体をつくる地層・岩石類—, アーバンクボタ, No. 31, pp. 16-19.  
野沢 保, 坂本 亨, 加納 隆, 稲月恒夫 (1981) : 5 万分の 1 図幅 白木峰地域の地質, 地質調査所, 85p.  
利賀村史 (2004) : 3 近・現代, 利賀村村史編纂委員会, 1132p.



第46回地すべりシンポジウム  
新潟および近隣地域における最近の地すべり災害

2018. 6

編集・発行 公益社団法人日本地すべり学会新潟支部  
印刷 株式会社 文久堂

(公社) 日本地すべり学会新潟支部のホームページ  
<http://www.landslide-niigata.org>

