

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

2022年新潟県村上市・関川村豪雨災害における斜面崩壊・土石流の特徴

研究代表者氏名 若月 強¹⁾
研究分担者氏名 西井稜子²⁾
研究分担者氏名 秋田寛己¹⁾

¹⁾ 防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門 ²⁾ 新潟大学 災害・復興科学研究所

研究要旨

新潟県村上市・関川村では、2022年8月に総降水量が600mmを超える豪雨による多数の斜面変動(斜面崩壊・土石流)によって甚大な被害が発生した。本研究では、斜面崩壊の頻度・形状と土層構造の地質ごとの違い、及び土石流到達率の予測可能性について検討した。その結果、花崗岩・砂岩礫岩の斜面は、流紋岩の斜面と土層構造や土層物性が大きく異なっており、そのため多数の斜面崩壊が発生したと考えられた。また、若月(2023)による土石流到達率推定式は花崗岩・砂岩礫岩の斜面についてはある程度推定できていたが、流紋岩斜面ではうまく推定できなかった。

A. 研究目的

新潟県村上市と関川村では、2022年8月に総降水量が600mmを超える豪雨による多数の斜面変動(斜面崩壊・土石流)によって甚大な被害が発生した。本研究では、(1)斜面崩壊の頻度・形状と土層構造の地質ごとの違い、及び(2)土石流到達率の予測可能性、をそれぞれ検討することを目的とする。

B. 研究方法

(1)に関しては、4地質(花崗岩・礫岩砂岩・凝灰岩・流紋岩)において、空中写真判読と災害前後の航空レーザ測量データの比較により斜面崩壊地の面積・勾配・崩壊深を計測した。また、各地質1~2か所の崩壊地において、崩壊地内外の土層に対して現場や室内で土質試験を実施した。凝灰岩については、礫質凝灰岩と流紋岩質凝灰岩のそれぞれの崩壊地で計測した。計測項目は、簡易貫入試験値(Nc値)、土壌硬度、 c 、 ϕ 値、飽和透水係数、強熱減量、単位体積重量(乾燥・自然・飽和)、含水比・間隙率・飽和度、土粒子密度である。

(2)に関しては、空中写真判読により斜面変動

の源頭部・流送部・堆積部が記載された土砂移動分布図を作成し、これと10mDEM・解析雨量を用いて、広島の花崗岩地域において若月(2023, 砂防学会誌)が提案した地形量(流域面積・流域起伏日)と雨量(半減期8時間実効雨量)を用いた土石流到達率推定式を本災害に適用した。

C. 研究結果

斜面崩壊の頻度・形状(表1)

崩壊面積率は、花崗岩(14.8%)と砂岩礫岩(8.8%)は流紋岩(3.3%)と凝灰岩(1.9%)よりも大きかった。崩壊深は、花崗岩・砂岩礫岩(平均1.1~1.2m)は凝灰岩・流紋岩(平均1.6~1.7m)よりやや小さかった。崩壊勾配は、花崗岩・砂岩礫岩・流紋岩(平均38~42°)は凝灰岩(平均32°)よりもやや大きかった。崩壊面積は、花崗岩(平均1,013m²)と砂岩礫岩(平均677m²)は凝灰岩・流紋岩(平均約390m²)よりも大きかった。

土層物性(表1)

いずれの地質においても深部から表層に向かって風化が進行していると考えられた。具体的には、簡易貫入試験からは、花崗岩・砂岩礫岩は、

表 1 岩質ごとの土層と崩壊の特徴

	花崗岩	砂岩礫岩	礫質凝灰岩	流紋岩質凝灰岩	流紋岩
岩石特性					
鉱物組成	珩長質	珩長質?	?	珩長質	珩長質
鉱物・粒子の粒径	大	大	大	小	小
土層特性					
土層構造	急変型	急変型	漸変型	漸変型	漸変型
粒径	大	大	大	小	小
透水性	大	大	大	小	小
せん断強度定数	c :小, ϕ :大	c :小, ϕ :大	c :小, ϕ :大	c :大, ϕ :小	c :大, ϕ :小
崩壊特性					
崩壊勾配	大	大	中?	中?	大
崩壊深	小	小	大?	大?	大
個々の崩壊面積	大	中	小?	小?	小
崩壊面積率	大	中	小?	小?	小

L層 ($10 \leq N_c < 30$) が薄く風化岩盤 ($N_c \geq 30$) の上に弱い土層が直接載る崩れやすい急変型の(すべり台的な)土層構造をもつこと、礫質凝灰岩・流紋岩質凝灰岩・流紋岩は、崩壊地内にもL層 ($10 \leq N_c < 30$)・M層 ($5 \leq N_c < 10$) が多く存在する不均質な漸変型の土層構造をもつことが明らかになった。また、花崗岩・砂岩礫岩・礫質凝灰岩(粘土・シルト分5~40%)は、流紋岩質凝灰岩・流紋岩(同30~65%)よりも粗粒な土層であった。強熱減量-単位体積重量関係は地質間の差は小さく、いずれも珩長質の岩石由来の土層である可能性が考えられた。飽和透水係数は、ごく表層部を除くと、花崗岩・砂岩礫岩・礫質凝灰岩 (>10~100 mm/hr) は流紋岩質凝灰岩・流紋岩 (<1~10 mm/hr) よりも大きかった。また、すべり面の

飽和時の c , ϕ 値は、花崗岩・砂岩礫岩・礫質凝灰岩 ($c = 57.5 \sim 77.5 \text{ gf/m}^2$, $\phi = 22.3 \sim 32.8^\circ$) は流紋岩質凝灰岩・流紋岩 ($c = 72.0 \sim 119.8 \text{ gf/m}^2$, $\phi = 17.3 \sim 25.4^\circ$) よりも大きかった。

土石流到達率 (図1)

土石流到達率が異なる4段階の危険度ランクで比較したとき、花崗岩と砂岩礫岩は実測値が推定ランクの範囲内にほぼプロットされたが、流紋岩はほとんどが範囲から大きく外れてプロットされた。凝灰岩は両者の中間的であった。

D. 考察

斜面崩壊の頻度・形状と土層構造の地質ごとの違い

花崗岩と砂岩礫岩の斜面は、急変型の(すべり台的な)土層構造であり、そのため崩壊は、崩壊面積に関係なく崩壊深がほぼ一定となったと考えられる。また、大きな土層粒径を反映して透水性も大きいため、すべり面までの浸透が速やかに行われることも崩壊を促したと考えられる。また、個々の崩壊面積が大きいことから、土層構造が空間的に均質であると考えられる。これらを反映して、崩壊面積率が大きくなったと考えられる。

一方、流紋岩斜面は、不均質な漸変型の土層構造であり、崩壊面より深部にも雨水が浸透する(逃げる)可能性がある崩れにくい土層構造と考えられる。また、小さな土層粒径を反映して透水

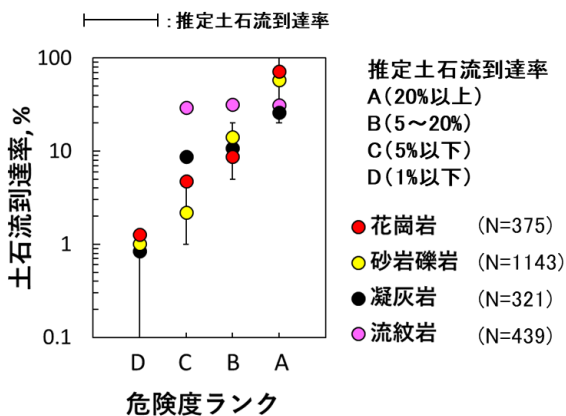


図1 土石流到達率推定式の適用結果

性も小さいため、すべり面までの浸透が遅いことが崩壊を妨げると考えられる。ただし、表層付近の緩んだ（単位体積重量が小さい）土層は透水性が大きいこと、土層構造の不均一性から水みちの存在が推察されることから、ある程度の雨水浸透が可能であり、そのため崩壊が発生したと考えられる。また、不均質な土層構造を反映して、様々な深度に弱面があることから、個々の崩壊面積の増加に伴い崩壊深も大きくなったと考えられる。個々の崩壊面積が小さいことから空間的にも不均質な土層構造であると考えられる。これらを反映して、崩壊面積率が小さくなったと考えられる。

流紋岩質凝灰岩と礫質凝灰岩の斜面は、両者の中間的特徴を有するが、流紋岩質凝灰岩は流紋岩に、礫質凝灰岩は花崗岩・砂岩礫岩にやや近い特徴を示す。

土石流到達率の予測可能性

花崗岩と砂岩礫岩は土石流到達をある程度推定できていると考えられる。花崗岩については、広島だけでなく国内の広い範囲（北海道・九州・西南日本外帯を除く）でも推定式が適用できる可能性がある。また、花崗岩と似た土層構造をもつ砂岩礫岩のような斜面でも適用できる可能性がある。一方、流紋岩は土石流到達をうまく推定できておらず、崩壊プロセスやパラメータの設定等を再検討が必要である。

E. 結論

2022年の新潟県村上市・関川村の斜面変動に対して、斜面崩壊の頻度・形状と土層構造の地質ごとの違い、及び土石流到達率の予測可能性、をそれぞれ検討した。

その結果、花崗岩・砂岩礫岩の斜面は、流紋岩の斜面と土層構造や土層物性が大きく異なっており、そのため多数の斜面崩壊が発生したと考えられた。流紋岩質凝灰岩と礫質凝灰岩の斜面は、両者の中間的特徴を示した。

また、若月（2023）による土石流到達率推定式は花崗岩・砂岩礫岩の斜面についてはある程度推定できていたが、流紋岩斜面ではうまく推定できなかった。凝灰岩斜面は両者中間的特徴を示した。

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし