

無降雨時に発生した斜面崩壊の誘因に関する検討

京都大学大学院農学研究科 ○石橋和樹、小杉賢一郎

1. はじめに

近年気候変動による降雨規模の増大により、土砂災害による被害が多くなっていると言われている。斜面崩壊は豪雨とともに発生することが多いが、無降雨時であっても発生する場合がある。本研究では無降雨時に発生した斜面崩壊の事例について検討を行った。

2. 対象期間・地域

山形県鶴岡市西目字斎藤地内にて2022年12月31日に発生した斜面崩壊に着目した。この地域は、高さ30-40mほどの山を災害発生の約50年前に掘削して宿泊施設や家屋を宅地造成した地域である。無降雨時に土砂量約4万 m^3 の斜面崩壊が発生した。12月の累積雨量は541.5mmであり、平年値の約2倍、12月として観測史上最大を記録し（図1）、また、12月22-26日は大雪に見舞われた（図2）。一般に斜面崩壊の発生要



図1 2022年12月 鶴岡市日降水量(mm)
気象庁アメダス鶴岡より作成

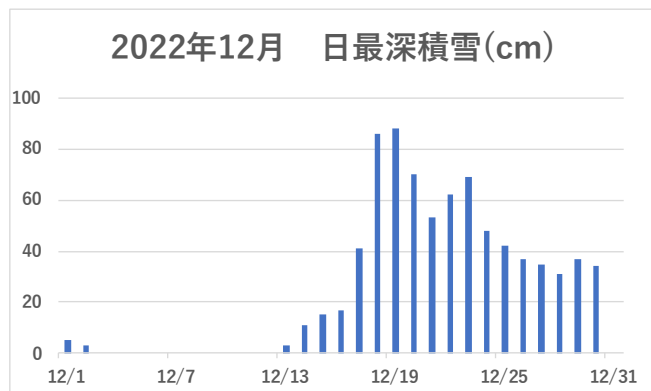


図2 2022年12月 櫛引日最深積雪深 (cm)
気象庁アメダス櫛引より作成

因の検討においては、地質や地盤強度などの素因と、降雨や融雪水の量や強度といった誘因に着目することが多い。本研究では、降水データを定量的に解析することを目的とし、融雪による浸透水の影響も考慮して斜面崩壊の誘因について検討を加えた。

3. 方法

災害が発生した場所から約13km離れた気象庁アメダス櫛引における2002/12/1～2022/12/31の1時間ごとの降水量、積雪深データを用いた。ただし、降水量の欠損データに関しては気象庁アメダス鶴岡における降水量データを用いた。また積雪深の欠損に関しては前後のデータで直線補間した。

まず雪の密度を0.25と仮定し、積雪水量は積雪深に密度をかけることによって求めた¹⁾。次に、

(浸透水量) = (降水量) - (積雪水量増加量) の関係から浸透水量を求め、これを入力として実効雨量を計算した。実効雨量の計算には既存の文献^{2), 3)}の方法を用いている。その上で、(2022/12/15～2022/12/31の最大実効雨量) = a、(2002/12/1～2022/12/14の最大実効雨量) = bとして、aとbの比に着目して検討を行った。

4. 結果

図3に示した半減期72時間、720時間、1000時間の実効雨量をみると、720時間の場合に $a/b > 1$ となり、災害発生前の15日間に過去20年間における既往最大値を取っていたことがわかった。さらに半減期0時間～1000時間を20時間ずつに区切り、 $a/b > 1$ となる半減期、 a/b が最大値を取る半減期を求めたところ、440時間～940時間で $a/b > 1$ 、すなわち、災害発生前の15日間に、実効雨量が過去20年間の中で既往最大を取ったことが確認された（図4）。 a/b が最大値(1.053)となるのは、半減期が560時間のときであった。

斜面崩壊発生後の 2023/2/20～2023/8/31 に、崩壊斜面近傍の 9 地点で観測された地下水位変動⁴⁾と、実効雨量(半減期 440、560、940 時間)の波形を比べた(図 5)。地下水位が増減した時、同様に各実効雨量が増減しており、比較的似た波形を示している。このことから、災害発生前の 15 日間に既往最大値を記録した実効雨量は、

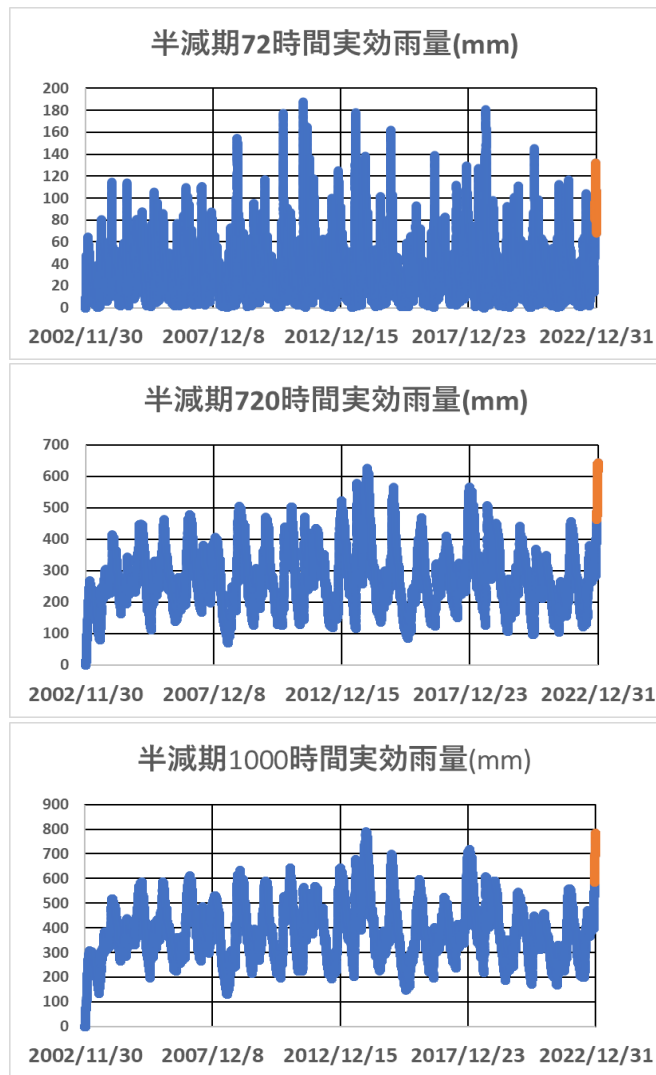


図 3 半減期 72,720,1000 時間実効雨量

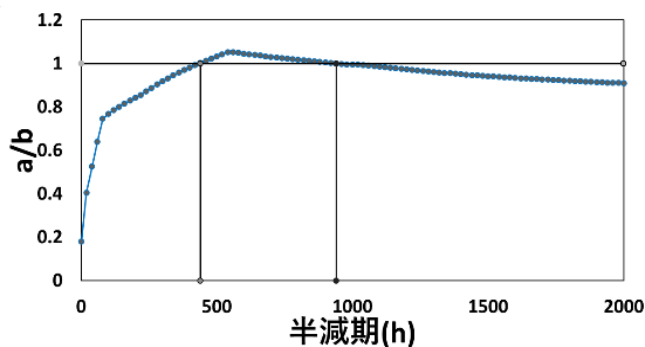


図 4 半減期による a/b 値の変化

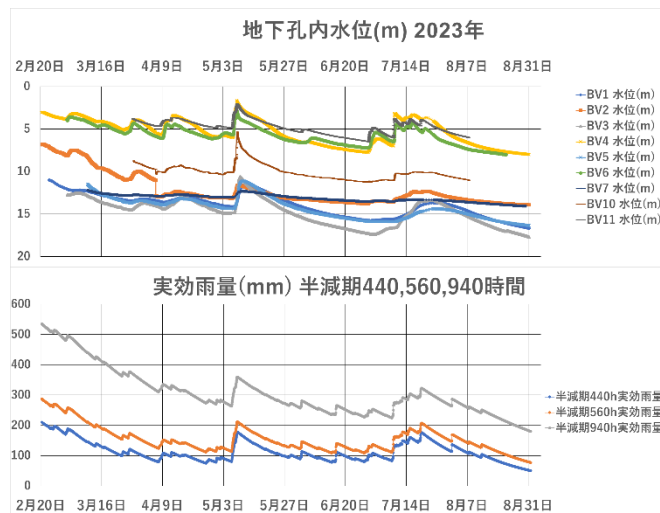


図 5 地下水位 (m) と半減期 440, 560, 940 時間
実効雨量 (mm)

崩壊斜面近傍の地下水位の応答と大きく乖離していないことが確認できた。

5. 結論

今回の崩壊は非常に稀な量の雨水・融雪水の供給によって引き起こされており、風化による地盤の脆弱化は必ずしも崩壊発生の必須条件ではなかった可能性が推察された。さらに、半減期 440 時間～940 時間の実効雨量の既往最大値超過に着目することで、崩壊の発生をある程度推察できた可能性もあると考えられた。

6. 謝辞

崩壊斜面近傍の地下水位データを提供いただいた山形県庄内総合支庁河川砂防課に謝意を表す。

7. 引用文献

- 1) 松浦純生.(2003).積雪地帯における降水の到達過程と地下水及び地すべりの挙動(その1)ー冬期間における降水と地表面到達水量の動態ー, 地すべり技術, Vol.30, No.1 (88 号)
- 2) 矢野勝太郎.(1990).前期降雨の改良による土石流の警戒・避難基準雨量設定手法の研究, 砂防学会誌, 43(4), 3-13
- 3) 小杉賢一朗.(2015).斜面崩壊の誘因となった降雨の評価手法.砂防学会誌, 67(5), 12-23
- 4) 災害関連緊急地すべり対策事業費西目地区地すべり工法協議資料, 令和 5 年 5 月, 山形県