

秋田県内で近年崩壊した斜面の降雨履歴の抽出および崩壊時降雨の特徴

秋田大学 学生会員 ○柴田 諒, 正会員 荻野俊寛, 田口岳志
 奥山ボーリング(株) 非会員 深澤勇氣, 正会員 藤井 登

1. 研究背景

道路や鉄道における通行規制や、土砂災害警戒情報の基準として、時間雨量と連続雨量の組み合わせや実効雨量、タンクモデルなどが雨量指標として用いられている。一方、これらの斜面が潜在的に有している崩壊危険性の度合いは、構造や健全性、地形や地質などに依存するため、それぞれの斜面によって異なっている。そのため、実際の斜面崩壊発生の有無は、それぞれの斜面が持つ崩壊に対する潜在危険性(素因)と雨量・融雪等(誘因)が複合的に関係して決定すると考えられる。本研究はその関係の把握するための端緒として、秋田県内で近年発生した土砂崩れおよび地すべりを対象に、解析雨量を用いて雨量指標を計算し、それぞれの斜面が過去に経験した降雨履歴を抽出した。抽出した降雨履歴から、それぞれの斜面が崩壊時に経験した降雨の特徴を崩壊形態ごとに比較している。

2. 対象斜面の概要

本研究で対象とした斜面は秋田県内の由利地域で近年発生した 58 件の土砂崩れおよび地すべりである。対象地点の位置を地質図上にプロットしたものを図-1 に示す。また、対象斜面に対し既存資料を用いて崩壊の素因、誘因、崩壊形態を調査した。そのうち、本報告で用いた項目を表-1 に示す。なお、図 1 中の火山性堆積物とは鳥海山由来の岩屑なだれ堆積物、泥流堆積物およびロームを指す。本報告では崩壊の誘因や形態ごとに降雨履歴を比較し、崩壊時降雨の特徴を分析する。



図-1 対象斜面の位置座標

3. 解析雨量および用いた雨量指標

解析雨量は、気象レーダーの観測値を雨量計の観測で校正した降水量の推定値である。気象庁が 1983 年より配信を開始され精度が向上し、2006 年 1 月からは配信間隔が 30 分ごとの 1km メッシュの降水量データとなった。本研究では 2006 年から 2017 年の解析雨量を扱った。対象地点の解析雨量データを用いて実効雨量¹⁾と土壌雨量指数²⁾を計算した。実効雨量 R_w は以下の式で計算され、適切な半減期を定めることで長期的、短期的に降雨を評価できる。

$$R_w = \sum \alpha_i R_i \quad (1)$$

ここに、 α_i は時間減衰係数で $\alpha_i = 0.5^{(i/T)}$ 、 R_i は i 時間前の時間雨量、 T は半減期である。本研究では $T=1.5, 6, 12, 24, 72$ 時間として各実効雨量を計算した。

土壌雨量指数も実効雨量同様に土砂災害の危険性評価に用いられ、3 段直列タンクモデル³⁾から計算される。第 1 タンクは表層のモデルでこのタンクからの排水は表面流出に相当する。第 2 タンクは基層のモデルで排水は表層浸透流出に相当する、第 3 タンクは地山のモデルで排水は地下水流出に相当する。時間の経過とともに降雨が下のタンクへ浸透孔を通り移動する。このとき各タンクに残っている貯留量の総和が土壌雨量指数である。

表-1 斜面ごとの調査項目

| | |
|------|--------------------------------|
| 誘因 | 降雨, 融雪 |
| 崩壊形態 | 地すべり, 崩壊, 洗堀 |
| 斜面区分 | 自然, 人工 (切土/盛土), 護岸 |
| 地質 | 火山性堆積物, 非火山性堆積物, 人工地盤, 新第三紀堆積岩 |
| 湧水 | 有無 |

4. 対象期間および降雨イベント(ピーク値)の抽出

2006 年 1 月から各対象斜面の崩壊発生日までを対象期間とした。この期間の降雨イベントを抽出することで各斜面がどのような降雨を経験したのかを把握することができる。図 2, 3 に代表的な斜面における解析雨量と各雨量指標の履歴を示す。30 分ごとに算出される雨量指標値を全て降雨イベントとして用いるのはあまりに膨大かつ、複雑であるため、図中の各雨量指標のピーク値を 1 つの降雨イベントとして抽出した。抽出したピーク値のう

ち、既存資料に記載された崩壊発生日に最も近いものを崩壊の誘因となった降雨(崩壊時降雨イベント)と定義した。

5. 崩壊時の降雨特性

斜面崩壊時の降雨特性を知るために実効雨量とタンクモデルについてスネークラインを作成した。スネークラインは、横軸に長期雨量指標、縦軸に短期雨量指標を使用し、降雨履歴を表すグラフである。代表例として、横軸および縦軸に、実効雨量の場合は T=24 時間および T=1.5 時間、タンクモデルの場合は土壤雨量指数および第 1 タンク貯留量を選択し、上記の方法で抽出した降雨イベントを用いて作成したスネークラインを図-4,5 に示す。図中には対象とした全斜面の降雨イベントを示しており、対象地域の斜面がどのような降雨で崩壊しているのか分かる。大半の降雨イベントが図中破線の範囲内に集中しているが、崩壊時の降雨イベントの多くはその外側にあり、多くの斜面が大雨により崩壊していることがわかる。破線内で崩壊している斜面の多くは融雪による崩壊あるいは地すべりによる滑動である。融雪による崩壊は気温に影響され、地すべりによる滑動は地下水やすべり面強度にも影響されるため、直前の降雨の影響が必ずしも強く反映しないことから、解析雨量から計算した雨量指標のピーク点が、各斜面が経験した降雨履歴をおおむね妥当に表現しているものと考えられる。

6. 結論

秋田県内で近年滑動・崩壊した斜面が経験した降雨を解析雨量から求めた。雨量指標として実効雨量および土壤雨量指数を計算し、そのピーク値を抽出することで降雨履歴を表現した。本研究から以下の知見を得た。

- ・ピーク値を用いて作成したスネークラインにおいて、未崩壊時のピーク値はほぼ左下方に集中する一方、崩壊時のピーク値の多くは右上方に分布した。このことから、本研究で対象とした多くの斜面では崩壊時に著しく大きな降雨を受けていたことを確認した。
- ・崩壊時のピーク値が比較的小さな値を示す点は、直前の降雨の影響が必ずしも強くない、融雪による崩壊や地すべりが発生した斜面であり、降雨履歴が既存資料から得られる事実と整合することを確認した。
- ・以上から、抽出したピーク値を用いることで、より少ないデータ量で各斜面の崩壊に至るまでの降雨履歴をおおむねうまく説明することが示された。

【参考文献】 1) 鈴木雅一, 小橋澄治. がけ崩れ発生と降雨の関係について: 新砂防学会誌. 1981.34 (2), 16-26. 2) 岡田憲治, 牧原康隆, 新保明彦, 永田和彦, 国次雅司, 齊藤清. 土壤雨量指数: 日本気象学会. 2001. 48 (5), 349-356. 3) ISHIHARA, Yasuo; KOBATAKE, Shigeki.: Runoff Model for Flood Forecasting. Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute 29 (1), 27-43, 1979.

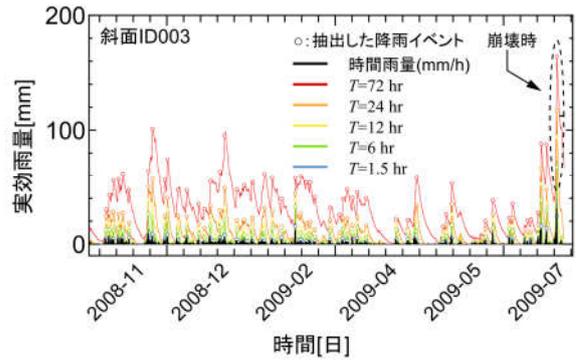


図-2 時間—実効雨量

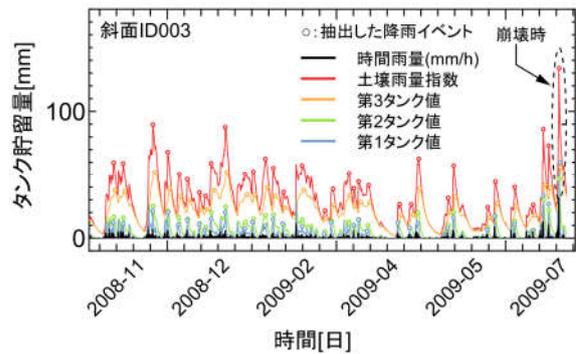


図-3 時間—タンクモデル

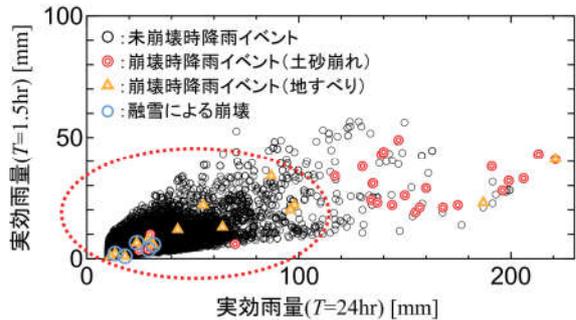


図-4 半減期 T=1.5—半減期 T=24

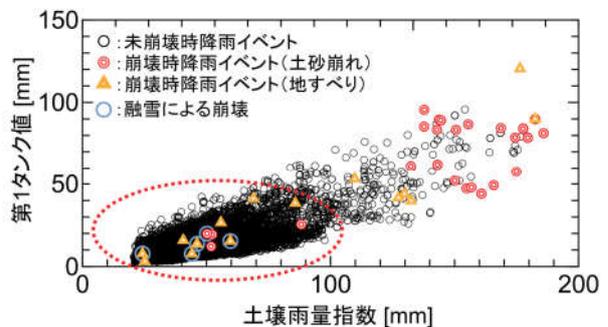


図-5 土壤雨量指数—第 1 タンク値