

土石流・崩壊の発生に過去の土砂移動が与える影響について

－呉市南部の土石流・崩壊に関する事例－

福山市立大学 ○加藤誠章
復建調査設計(株) 中井真司、小笠原洋

1. はじめに

ある豪雨により崩壊・土石流が発生するかどうかは、風化・堆積の進行だけではなく、降雨の規模、過去の土砂移動や道路等の開発に伴う地形等の変化、植生や土地利用等の環境の変化が影響すると想定される。

降雨の規模と土砂災害の発生・非発生についてはすでに土砂災害警戒情報として運用されている他に、多くの研究がなされている。小杉(2015)は、半減期を0.1～2,784hの範囲の実効雨量を組合せたスネークラインを作成し、災害発生時には、履歴最大となる降雨指標の組合せが存在することを報告している。また、執印ら(2020)は、SDRP(土壌雨量指数及び1時間雨量を2年確率値で除した値をそれぞれx、y軸にプロットしたときの原点からの距離を対象として一般極値化分布により得られた確率年)を提案し、呉市南部を対象として、提案指標の挙動と土砂災害発生の適合性が高いことを報告している。ただし、これらの研究は、災害の発生・非発生に関連性の高い指標を明らかにすることを主目的としており、発生した崩壊・土石流の数量や規模と雨量の関係性を必ずしも明らかにするものではない。

日本においては高頻度で土砂移動や災害が発生する地域が存在し、道路等の開発も多く進められてきた。これらの過去の土砂移動や道路等の開発に伴う地形等の変化の影響を把握することは、今後の土砂災害リスクを把握する上でも重要であると考えられる。

本報告は、雨量観測点からの距離が近く、広島県呉市南部を対象とする、1945年、1967年、1999年、2018年の空中写真判読結果と降雨の関係及び過去の土砂移動や道路の開発等による影響について報告するものである。

2. 対象地域の概要

本研究では、休山(標高497m)、高鳥山(標高380m)が縦断する長さ約10km、幅約4kmの呉市中心部の東側に位置する半島を対象範囲とした。本地区においては、過去に多くの土砂災害が発生しており、1945年枕崎台風、1967年7月豪雨、1999年6月豪雨、2018年7月豪雨においては、多くの災害記録が現存している。

本地区は花崗岩質の深成岩が広く覆っており、一部の箇所では珪長質火山岩類が貫入している。

3. 空中写真判読結果

同地域を対象とする既往の判読結果や災害分布図は精度や範囲が異なるため、本研究では、新たに米軍及び国土地理院の空中写真を用いて判読を行った(成果の一部は加藤ら(2020)で報告した)。空中写真判読結果を図1に示す。なお、今回作成した判読図においては、

イベント前の状況を把握していないため、豪雨の発生以前から崩壊等が発生していた可能性は排除できず、また、豪雨から空中写真が撮影されるまでの期間に発生した崩壊も含まれるため、時間的精度については留意が必要である。

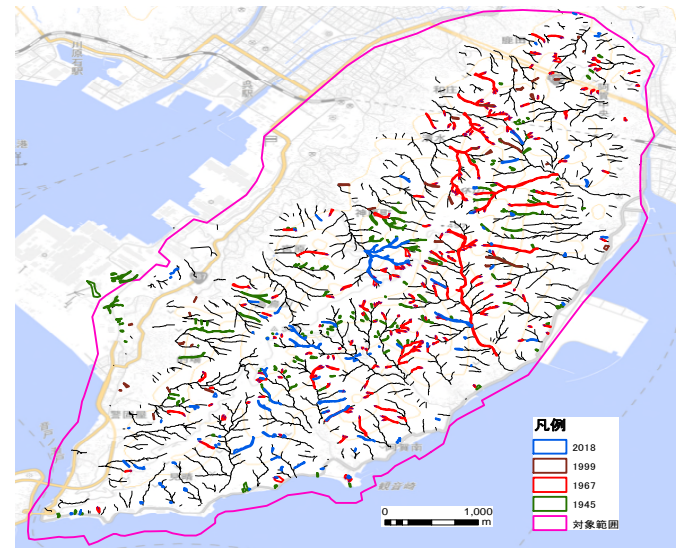


図1 呉市南部における1945年、1967年、1999年、2018年災害時の土砂移動判読結果

4. 各イベントで発生した崩壊と過去の土砂移動や人為的な地形改変との関係について

土砂災害発生前後の地形図と判読した崩壊地との位置関係に基づき、各イベントにおける崩壊の内訳を図2に示す。なお、人工構造物周辺斜面は、建設・拡幅された道路盛土を源頭部とする斜面や道路沿いの斜面の崩壊等であり、紙幅の都合上両者の合計値を表示している。また、土石流が流下した溪流に面する斜面の崩壊は土石流の流下が崩壊発生の主要因である可能性があるため、ここではその他に分類した。

図2より、降雨イベントによって判読された崩壊の数が大きく異なること、人工構造物や既往崩壊斜面周辺における崩壊の割合が増加している傾向が認められた。後者については、無作為に斜面崩壊が発生したとしても、1945年以降に交通網や住宅の建設が進められたことや、1945年より前の空中写真判読結果が存在しないことにより同様の傾向が生じる事となる。しかしながら、本地区の斜面が道路や住宅に近接している割合は50%より十分に小さいため、人工構造物周辺斜面においては、地形改変後の降雨イベントにおいて崩壊が発生しやすい状況にあったことは明らかである。

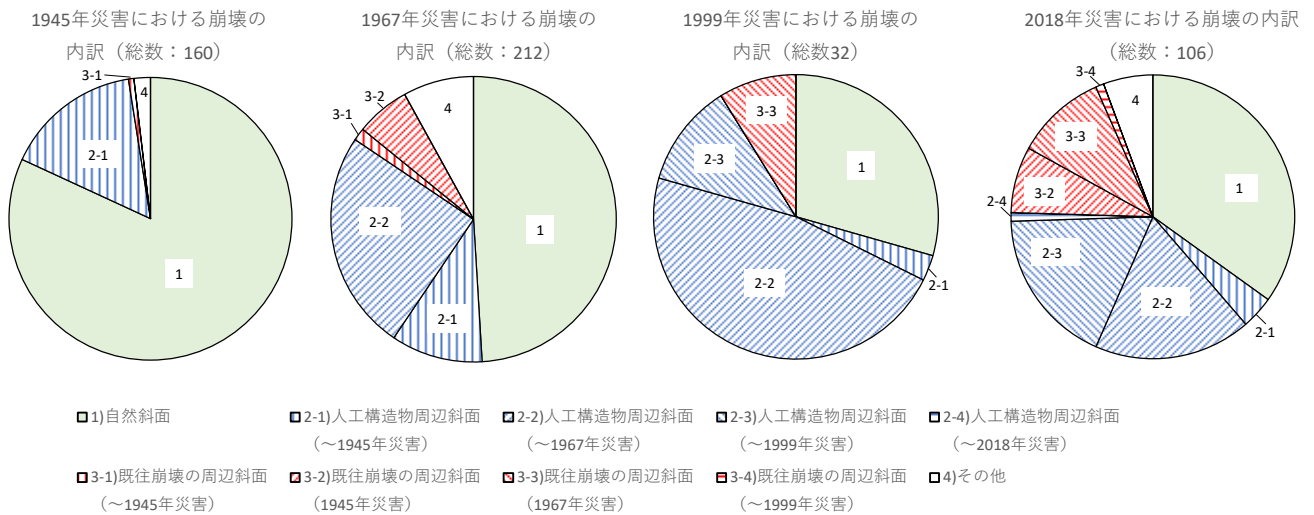


図2 各イベントにおける崩壊の内訳

5. 異なる半減期の実効雨量の組合せを用いた各イベントにおける超過状況について

現行の土砂災害警戒避難基準雨量で用いられている土壌雨量指数と60分積算雨量の組合せの大小は、発生する崩壊・土石流の数や規模を説明するものではなく、執印ら(2020)は本地区のSDRPは1967年災害、1999年災害、2018年災害の順に大きかったと報告している。また、打萩(1971)に示されるような連続雨量と崩壊面積率との正の相関は、本地区の異なるイベント間では成立していない。

各災害において判読された崩壊数が大きく異なることについて、それぞれのイベントにおける降雨の特徴の影響を評価することを目的として、小杉(2015)の手法を参考とし、既往最大となる実効雨量の組合せを図3に示す。雨量は、呉特別地域気象観測所のデータを使用した。大小の比較においては、執印ら(2020)の手法を援用し、実効雨量を2年確率値で除したときの原点からの距離で評価を行った。なお、降雨データは1945～1949年は欠測となっており、1945年災害においては4時間ごとの合計値が観測データとして残存するが、多くの降雨指標において1967年災害よりも小さい。

図3より、1967、1999、2018のいずれのイベントにおいても、既往最大となる異なる半減期の組合せが存在することが確認された。また、既往最大となる半減期の組合せは降雨イベントにより異なる。1967年災害においては、ほとんどの組合せで既往最大となった一方、1999年災害においては、短期的な指標、2018年災害においては、長期的な指標において既往最大となった。定量的な比較は困難であるものの、崩壊の発生数は、既往最大値を観測した組合せ指標の数量と整合的な結果となった。

6. まとめ

本稿では、呉市南部における、1945年、1967年、1999年、2018年の4回の土石流災害を対象として、空中写真判読の結果と、各イベント時の降雨、道路等の人工構造物、過去の崩壊の影響について評価を行った。その結果、人工構造物や既往崩壊斜面周辺における崩壊の割

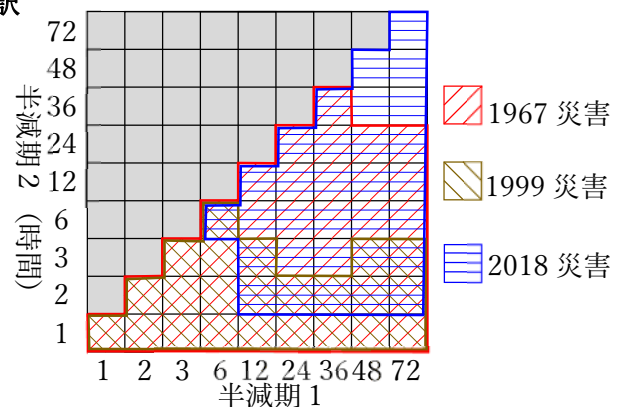


図3 既往最大値を観測した実効雨量半減期の組合せ

が増加傾向にあることが示された。また、崩壊の発生数と既往最大となる実効雨量の組合せの数量が整合的であることが明らかとなった。

人工構造物や過去の崩壊地の周辺斜面において、崩壊が多い理由として、地形改変等に伴い斜面の安定性が変化することが考えられる。そのため、道路や住宅開発が顕著な地域や広範囲に崩壊が発生した地域においては、地形改変後の降雨のみを用いて、基準雨量を設定することが精度向上に寄与すると考えられる。

ここでは、判読した崩壊地の数量についてのみ検討を行っているが、今後は、崩壊地の勾配、面積等について定量的な検討を進めるとともに、本検討で得られた結果の一般性について他の事例を用いた検討を行う予定である。

参考文献

- 加藤誠章, 中井真司, 小笠原洋 (2020) : 呉市南部における土石流の発生履歴について, 2020年度砂防学会研究発表会概要集
- 小杉賢一郎 (2015) : 斜面崩壊の誘因となった降雨の評価手法, 砂防学会誌, Vol.67, No.5, pp.12-23.
- 執印康裕, 加藤誠章, 堀田紀文, 鈴木雅一 (2020) : 現行の土砂災害警戒システムの枠組みから導出される確率年による土砂災害発生危険度の評価について, 砂防学会誌, Vol.73, No.1, pp.40-44.
- 打萩珠男 (1971) : ひと雨による山腹崩壊について, 新砂防, Vol.23, No.4, pp.21-34.