

新たな生産土砂量算定方法の検討 ―姫川流域を対象として―

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○西内卓也 高橋和樹 宮瀬将之 菊井稔宏

1. はじめに

土砂・洪水氾濫の防止を目的として効果的に砂防基本計画を策定するためには、計画規模の降雨に伴う生産土砂量を精度良く把握することが重要と考えられる。

生産土砂量のうち崩壊生産土砂量は、降水量と正の相関があることが経験的に知られている。近年は事業評価等において計画規模未満の確率規模（高確率規模）における生産土砂量の算出の必要性があり、崩壊生産土砂量においては、計画規模における生産土砂量を最大として、高確率規模で計画降水量が小さくなるに従い段階的に生産土砂量を下げている。

計画降水量に基づく崩壊生産土砂量の算定においては、従前から雨量と崩壊面積との関係が検討されてきた。特に打萩による崩壊面積の予測式¹⁾（以下「打萩式」という。）は、広く砂防計画等に用いられている。しかしながら、打萩式の検討から 50 年以上が経過し、近年は豪雨災害が多く発生し崩壊面積等の記録が蓄積されていることや、雨量観測体制が充実して観測精度が向上していることから、近年の災害事例を考慮した新たな崩壊生産土砂量の算定方法の確立が有効と考えられる。

上記を踏まえ、本検討では、平成 7 年 7 月災害など、豪雨に伴う崩壊発生事例が比較的揃っている姫川流域を対象として、雨量を説明変数として崩壊面積を目的変数とする新たな崩壊面積の予測式（以下「予測式」という。）を検討するものである。

2. データの整理

2.1 崩壊データの整理

姫川流域のうち、直轄砂防事業が実施されている 6 支川（平川、松川、浦川、大所川、小滝川、根知川）の約 323km² の範囲を崩壊データの集計対象とした。対象とする出水は、6 支川のいずれかで新規・拡大崩壊が確認された平成 7 年 7 月、平成 8 年 6 月、平成 17 年 6 月、平成 23 年 6 月、平成 25 年 8 月、平成 27 年 10 月、平成 29 年 6 月の 7 つとした（表 1）。

崩壊の範囲については、出水前後の空中写真の判読結果を用いるものとし、出水後の崩壊範囲のうち出水前と重複する部分を除いた範囲の面積を GIS にて計測・集計した。

2.2 雨量データの整理

雨量データは気象庁の解析雨量を用いた。これは予測式の一般化のために全国各地のデータを扱うことを見据えて、統一性、データ取得の容易性の観点から判

断したものである。取り扱うデータ種別は 60 分積算雨量と土壌雨量指数とし、5km メッシュ単位の 1 時間ごとの観測値（毎時 00 分）を扱う。

表 1 崩壊データの集計対象とする出水

流域	出水イベントごとの崩壊地判読期間						
	H7.7 (H7~S53)	H8.6 (H11~H7)	H17.7 (H19~H11)	H23.6 (H28~H19)	H25.8 (H26~H23)	H27.10 (H28~H26)	H29.6 (H30~H28)
平川	○ (H7~S53)	○ (H11~H7)	○ (H19~H11)	○ (H28~H19)	○ (H26~H23)	○ (H28~H26)	○ (H30~H28)
松川	○ (H7~S53)	○ (H16~H7)	○ (H19~H16)	○ (H26~H19)	○ (H26~H23)	○ (H28~H26)	○ (H30~H25)
浦川	○ (H7~S63)	○ (H11~H7)	○ (H19~H11)	○ (H23~H19)	○ (H26~H23)	○ (H28~H26)	○ (H31~H28)
大所川	○ (H7~S63)	○ (H11~H7)	○ (H19~H11)	○ (H23~H19)	○ (H26~H23)	○ (H28~H26)	○ (H31~H19)
小滝川	○ (H7~H5)	○ (H11~H7)	○ (H19~H11)	○ (H23~H19)	○ (H26~H23)	○ (H28~H26)	○ (H31~H19)
根知川	○ (H7~S62)	○ (H11~H7)	○ (H19~H11)	○ (H23~H19)	○ (H25~H7)	○ (H28~H26)	○ (H31~H25)

3. 雨量と崩壊の関係分析

3.1 崩壊発生雨量の設定

本検討で取扱う降雨指標は短時間指標と長時間指標の組合せで用いるものとし、短時間指標として解析雨量の 60 分積算雨量を、長時間指標として土壌雨量指数を用いるものとした。

崩壊発生雨量の設定においては、崩壊の発生日時が不明であるため、各崩壊の発生雨量は表 1 の判読期間における出水時の降雨期間中の最大雨量を適用した。また、砂防基本計画の検討において崩壊生産土砂量の算定に予測式を活用することを見据えて雨量の絶対値に代えて確率年を用いるものとした。確率年は 1988～2019 年の観測データを用いて 5km メッシュごとに算出した。このとき、60 分積算雨量と土壌雨量指数の 2 つの降雨指標において確率年が設定されるが、崩壊面積との関係を分かりやすくするために単一の降雨指標に統一するものとした。具体的には、執印らによる統合確率年指標²⁾（IRPI：Integrated Return Period Index）（以下「IRPI」という。）に基づき、各出水における崩壊発生雨量の確率年を設定した（図 1）。IRPI は式(1)、(2)によって算出される。

$$L = \{ (\log(a))^2 + (\log(b))^2 \}^{0.5} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{IRPI} = 10^L \dots\dots\dots(2)$$

ここに、L：確率年 1 年とする原点からの距離、a：土壌雨量指数の確率年（単位：年）、b：60 分積算雨量の確率年（単位：年）、IRPI：総合確率年指数（単位：年）である。

3.2 崩壊発生雨量に対応する崩壊面積の設定

崩壊発生雨量に対応する崩壊面積として、当該の雨量確率年以下で発生した崩壊の面積を累加した値（累

加崩壊面積)を分析に用いるものとした。例えばIRPIが20年の場合においては、崩壊面積として、IRPI=20年で発生した各崩壊の面積に加えて、IRPIが1年以上20年未満で発生した各崩壊の面積を累加して、IRPI=20年における崩壊面積とするものである。

また、崩壊面積においては予測式の一般化を見据えて崩壊面積の絶対値に代えて崩壊面積率(=崩壊面積/対象範囲の面積)を用いるものとした。

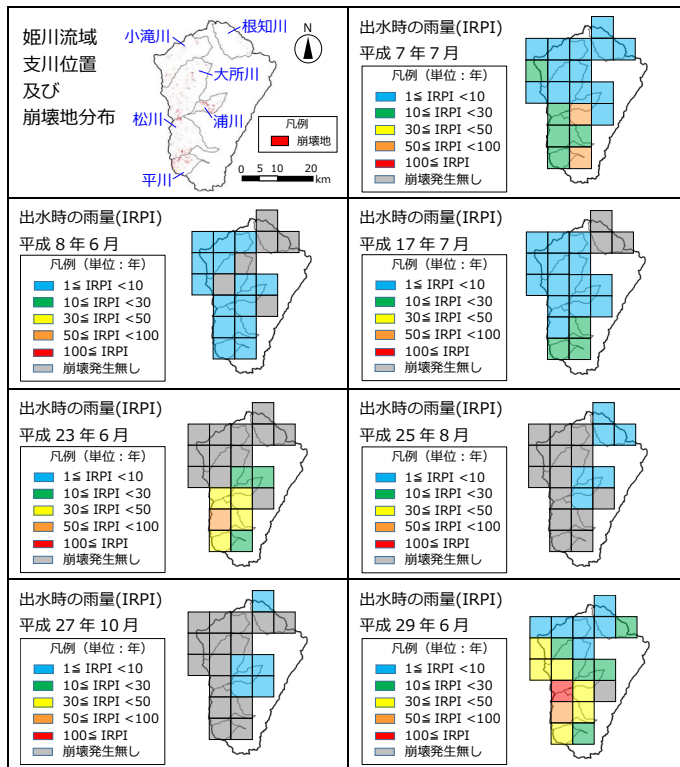


図1 崩壊発生雨量の確率年設定結果

3.3 雨量と崩壊の関係分析

崩壊発生には誘因である降雨だけでなく素因である地質や地形条件の影響も考えられる。ここでは姫川流域の6支川を主な地質で区分し、地質区分ごとの雨量と崩壊の関係を整理したものである。地質区分は20万分の1日本シームレス地質図(全国版)の区分を利用した。図2によると、中・古生界火山岩(付加体)と第四系火山岩(付加体以外)ではIRPIが50年程度以

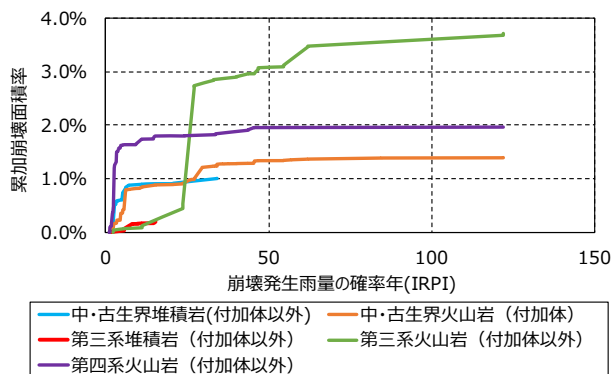


図2 雨量確率年と崩壊面積の関係(地質ごと)

上で崩壊面積率が前者は2.0%程度、後者は1.4%程度で頭打ちになっている。また、第三系火山岩(付加体以外)ではIRPIが20年程度で崩壊面積率が0.4%から2.7%程度に急上昇し、その後IRPIの増加とともに3.7%程度まで緩やかに増加している。一方、中・古生界堆積岩(付加体以外)と第三系堆積岩(付加体以外)ではIRPIが大きい領域でのサンプルが不足しているため、傾向を見出し難い状況にある。

また、地形条件の考慮として、緩勾配の斜面では崩壊は発生しにくいことに鑑みて、崩壊面積率の分母となる対象範囲の面積について緩勾配の部分を除外して集計を行った。勾配分布は国土地理院の数値地図5mメッシュ(標高)に基づき整理した。本検討では、15°以上、20°以上、30°以上の3ケースで整理したところ、図2のように緩勾配部分を除外しないケースと比べて、崩壊面積率の差が最大で1%程度生じる結果となった。このことから、崩壊土砂量の予測精度を確保するために、緩勾配の範囲を適切に除外することが必要と考えられる。

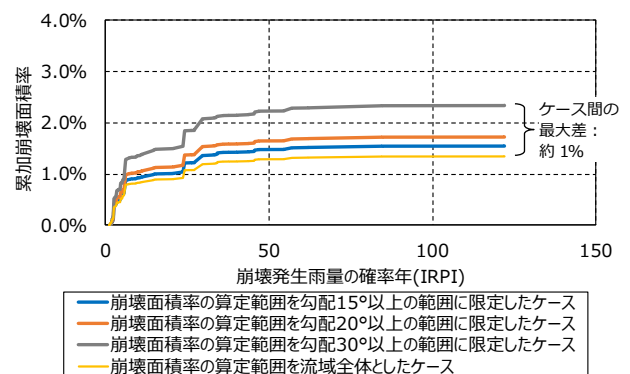


図3 雨量確率年と崩壊面積の関係(勾配ごと)

4. 今後の課題

本検討では、姫川流域の直轄砂防流域を対象に降雨と崩壊発生の関係を検討した。降雨指標(統合確率年指標:IRPI)と崩壊面積率との比較結果から、雨量の確率年に対する崩壊面積率の推定が可能であることが示唆された。

今後の課題として、他の流域において同様の検討を進めて検討データの蓄積を図り、予測式の精度を向上させることが考えられる。

<参考文献>

- 1) 打萩珠男：ひと雨による山腹崩壊土量の実用計算法試案，砂防学会誌，Vol.21，No.1，p30-35，1968
- 2) 執印ら：確率年を用いた単一指標による土砂災害危険度の評価について—東京都伊豆大島を事例として—，砂防学会誌，Vol.71，No.1，p28-34，2018