

降雨規模と斜面崩壊・土石流の発生確率の関係分析について

国土交通省国土技術政策総合研究所 内田太郎, 林真一郎, 岡本敦
大日本コンサルタント株式会社 清野耕史、高濱洋介、小野寺智久, ○篠崎嗣浩

1. はじめに

これまで土砂災害の降雨と地形・地質などの要因分析は数多く行われてきたが、降雨規模と土砂移動実態との関係については十分に解明されていない。降雨と土砂移動実態との関係を分析することは土砂生産の実態把握のために重要であると考えられる。そこで、本検討では近年発生した複数の災害について、降雨や地質データなどを統合的な視点で整理を行い、「大規模な降雨が発生した場合の斜面崩壊・土石流の発生確率」、「降雨規模が斜面崩壊・土石流の発生確率に及ぼす影響」、「斜面崩壊・土石流の発生確率と関連性の高い降雨指標」について分析を行った。なお、本稿では土石流災害について分析結果の一部を報告する。

2. 解析条件の整理

2.1 対象災害

対象災害は、表-1 に示す航空写真により空中判読が実施された7災害とした。

2.2 対象範囲の設定

解析対象範囲は、以下の手順で設定した。

- ① 崩壊地を含む空中写真判読範囲を基本範囲とする (図-1 参照)。
- ② 同一地質帯で構成される複数の集水域を設定する (図-1)。
- ③ 設定した集水域の中から、土石流の発生と降雨確率規模の関係を明確にするために必要な、多くの確率規模が分布する1流域を抽出する (図-2 参照)。

なお、解析雨量の分解能の最小単位が1kmメッシュであり、対象範囲の設定にあたっては1kmメッシュを利用した。

3. 土石流の発生確率の算出

3.1 流域分割

土石流の発生確率の分析にあたり、地先砂防で対象とする流域規模や水系砂防で対象とする単元流域等を考慮して、図-3 に示す谷次数毎に分割を行った。なお、流域は定量的に設定することを目的に「基盤地図情報 10mメッシュ 国土地理院」を用いてGISの水文解析ツールで作成した。また、谷次数区分はストレーラー法に準拠した。

3.2 流域別の確率規模の設定

土石流発生誘因となる雨量は、解析雨量を使用した。流域の確率規模は、解析雨量をもとに1kmメッシュごとに算出した。ただし、広島市は5kmメッシュ、新居浜市は2.5kmメッシュの分解能であったため、それぞれの分解能に合わせた算出メッシュの大きさとした。また、土石流の発生確率は谷次数に従った流域分割を行い (図-3 参照)、流域単位で確率規模を設定し集計を行った。なお、任意の流域内に複数のメッシュが含まれる場合、その流域の確率規模は最も多くの面積が含まれるメッシュの確率規模を割り当てた。また、確率規模は9指標 (1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72時間, 累積雨量) について整理し、土木研究所アメダス確率降雨計算プログラムを使用して計算を行った。

表-1 対象災害一覧

災害発生年度	災害名	降雨期間	代表地質	
1999 (H11)	広島市土砂災害	梅雨前線 6月29日～6月30日	花崗岩	
2003 (H15)	沙流川流域土砂災害	台風10号 8月10日～8月10日	付加体	
2004 (H16)	新居浜市土砂災害	台風15号	8月17日～8月19日	付加体・破砕帯
		台風21号	9月28日～9月29日	
2006 (H18)	諏訪湖周辺土砂災害	梅雨前線 7月15日～7月19日	火山噴出物	
2009 (H21)	防府市土砂災害	梅雨前線 7月20日～7月21日	花崗岩	
2011 (H23)	紀伊半島土砂災害	台風12号 8月30日～9月5日	付加体	

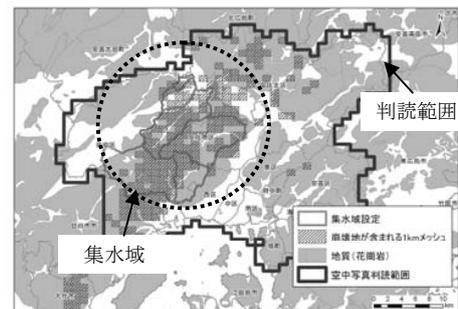


図-1 集水域の設定 (広島市)

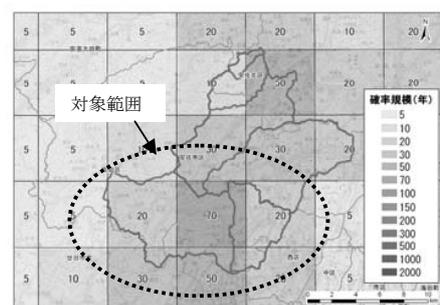


図-2 確率規模の確認 (広島市)

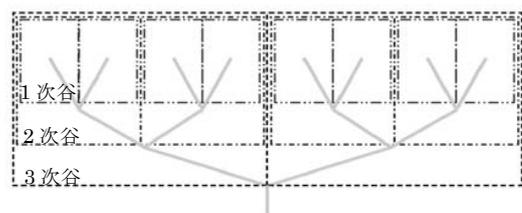


図-3 流域分割と集計範囲の概念図

3.2 土石流発生確率の算出

土石流の発生確率は、谷次数別に集計し、降雨確率規模毎かつ降雨9指標毎に以下の式により算出した。

$$\text{土石流発生確率} = \text{土石流発生流域数} / \text{対象範囲内の全流域数}$$

防府市の土石流災害を対象に、降雨指標別に確率規模の範囲を整理した結果を図-4に示す。防府市では最大の確率規模が1000年に達していること、6時間雨量が最も土石流の発生に影響を与えていることが確認できる。さらに、6時間雨量について谷次数別に発生確率を整理した結果を図-5に示す。1次谷で35%、2次谷で63%、3次谷で84%、4次谷では1~3次谷を含むため、89%と最も発生確率が高くなっている。各対象災害について最大確率規模時の降雨指標とその指標における発生確率を表-2に整理した。また、図-6に1次谷におけるすべての災害の降雨指標について確率規模と発生確率の関係を整理した。

3.4 結果

土石流の発生確率と降雨規模との分析結果を以下に示す。

- 表-2より土石流の平均発生確率は、1次谷で19%、2次谷で34%、3次谷で65%、4次谷で80%であった。
- 表-2中の1次谷の発生確率について着目すると、付加体では0.6%~45%と発生率の幅が広く、付加体の中でも地質の形成年代の違いが発生率に影響を与えていると考えられる。
- 表-2中の広島市の発生率(10%)と防府市の発生率(35%)は、確率規模の違いが影響していると考えられる。
- 図-6より花崗岩地帯の広島市、防府市は、ともに右上がりの傾向が顕著であり、ほかの災害に比べて降雨が大きくなるほど発生率が高くなる傾向がある。
- 図-6より紀伊半島と諏訪湖周辺災害では降雨規模の増加に伴って発生確率は増加しない傾向が見られた。

4. まとめ

本検討で得られた結果を以下にまとめる。

- 全般に降雨規模が大きくなるほど土石流発生確率が高くなる結果となった。特に花崗岩ではその傾向が強かった。
- また、降雨規模が大きくなっても発生率が高くない災害の特徴は、降雨指標が長く、地質は火山噴出物帯や付加体であった。
- 今回の検討結果について、地形や地質と土石流発生との関係性についてさらに分析を進めるとともに、斜面崩壊についても検討を進めていく予定である。

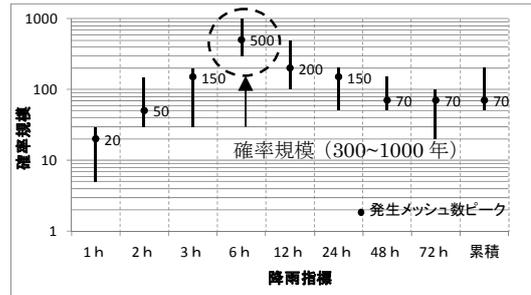


図-4 確率規模と降雨指標の関係（防府市）

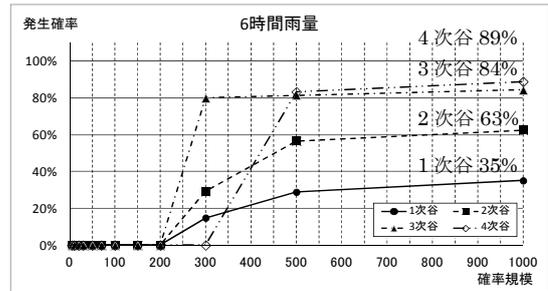


図-5 土石流発生確率の算出結果（防府市）

表-2 谷次数別の災害発生確率の一覧

対象災害	代表地質	降雨指標	確率規模	発生確率(%)			
				1次谷	2次谷	3次谷	4次谷
広島市	花崗岩	6h	70年	10	25	39	67
沙流川流域	付加体	24h	500年	26	51	90	100
新居浜市	付加体	6h	30年	23	40	57	100
新居浜市・西条市	付加体	1h	30年	45	73	85	100
	破砕帯	2h	70年	13	25	64	100
諏訪湖周辺	火山噴出物	24h	200年	13	36	64	100
防府市	花崗岩	6h	1000年	35	63	84	89
紀伊半島(宮川)	付加体(ジュラ紀)	48h	300年	0.6	2	7	17
紀伊半島(神納川)	付加体(白亜紀)	48h	1000年	18	0	100	—
紀伊半島(高田川)	その他(中新世火山岩)	24h	1000年	9	23	63	50
平均				19	34	65	80

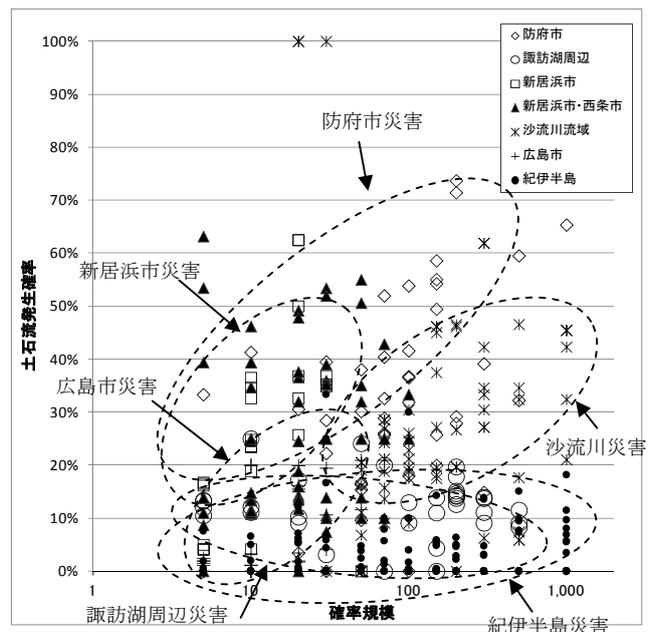


図-6 土石流発生確率と確率規模との関係