

降雨規模と斜面崩壊・土石流の発生確率及び生産土砂量の時系列的な関係分析

国土技術政策総合研究所 ○林真一郎、内田太郎、奥山悠木、丹羽諭、蒲原潤一
八千代エンジニアリング株式会社 武蔵由育、小林真之、鈴木伴征

1. はじめに

1回の豪雨に起因する斜面崩壊・土石流の発生確率及び規模は、砂防計画の策定等に重要な値であるが、共通的な評価手法十分に確立されているとは言い難い。特に、降雨規模と斜面崩壊・土石流の発生確率及び生産土砂量の関係の把握は、砂防計画検討等の上で、必要不可欠な予想であるにも関わらず、数多くの素因、誘因が絡んでいるため、容易に関連性を評価しにくい。すなわち、ある降雨における崩壊地の分布状況と降雨量の分布状況を比較した研究例は数多くあるものの、素因となる地形・地質条件が場所によって異なるため、降雨規模と斜面崩壊・土石流の発生確率及び生産土砂量の関係を切り出すことが難しい。そのため、例えば、砂防計画の策定においては、過去の災害における実績、もしくは、現地調査に基づいて移動しうると考えられる土砂量を、対策の対象とする土砂量を設定している場合が一般的である。そこで、本研究では、1回の豪雨に起因する斜面崩壊・土石流の発生確率及び規模を定量的に評価する手法を確立するための基礎的な知見を得るため、土砂災害が繰り返し発生している、ある地域の固定された領域に着目し、一回の豪雨の超過確率と斜面崩壊・土石流の分布を時系列的に比較及び分析を行うものである。対象とする領域を固定し、複数の降雨に対する崩壊の発生状況を検討することにより、素因の違いによる影響が排除できるため、降雨規模と斜面崩壊・土石流の発生確率及び生産土砂量の関係に関する情報が得られる可能性が考えられる。

2. 手法

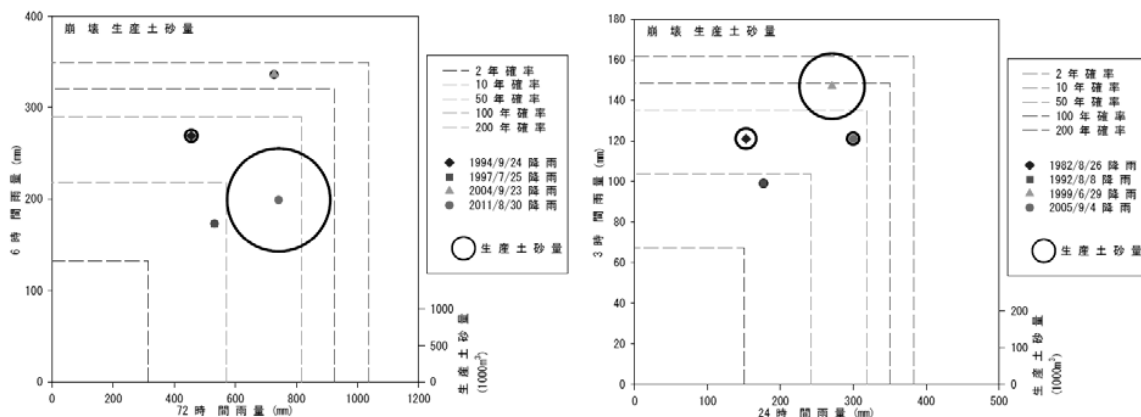
研究の対象地域として宮川流域、広島市、防府、沙流川を選定した。これらの地域は過去40年間に亘って繰り返し、豪雨に起因する土砂災害が発生しており、また、各災害後の斜面崩壊・土石流の分布が判読可能な5時期以上の航空写真及び過去の雨量データの入手が可能であったため、研究の対象地域として選定した。斜面崩壊・土石流の分布については、航空写真の判読からポリゴンデータを作成した。判読の際に土石流については、崩壊域、流下域、堆積域に分けてポリゴンデータを作成した。広島市、防府、沙流川については、各災害において斜面崩壊・土石流の分布する降雨観測所を選定し（広島市：戸山観測所、防府：真尾観測所、沙流川：豊糠観測所、すべて国土交通省の雨量観測所）、その周辺半径5kmの範囲を分析対象地として設定した。宮川については、平成16年の土砂災害の斜面崩壊・土石流の集中した範囲を分析対象地として設定した。その上で、分析対象地の雨量データを近接する宮川観測所、大内山観測所（ともに国土交通省の雨量観測所）の観測値を元に、ティーセン分割して作成した。

1回の豪雨の超過確率は、「水文統計ユーティリティVer.1.5 財団法人国土技術研究センター」を用い、11指標の降雨指標について（最大1時間、2時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、72時間、累積雨量、実効雨量（1.5時間半減期）、実効雨量（72時間半減期））、18段階（2年確率、3年確率、5年確率、10年確率、20年確率、30年確率、50年確率、80年確率、100年確率、150年確率、200年確率、400年確率、500年確率、600年確率、700年確率、800年確率、900年確率、1000年確率）で評価を行った。発生確率は、斜面崩壊及び土石流の崩壊域の総面積を分析対象地の面積で除して算出した。規模は、生産土砂量として評価を行い、グゼッティの式²⁾ $V=0.074A^{1.45}$ 、 V ：生産土砂量、 A ：斜面崩壊及び土石流の崩壊域の面積、を用いて計算を行った。

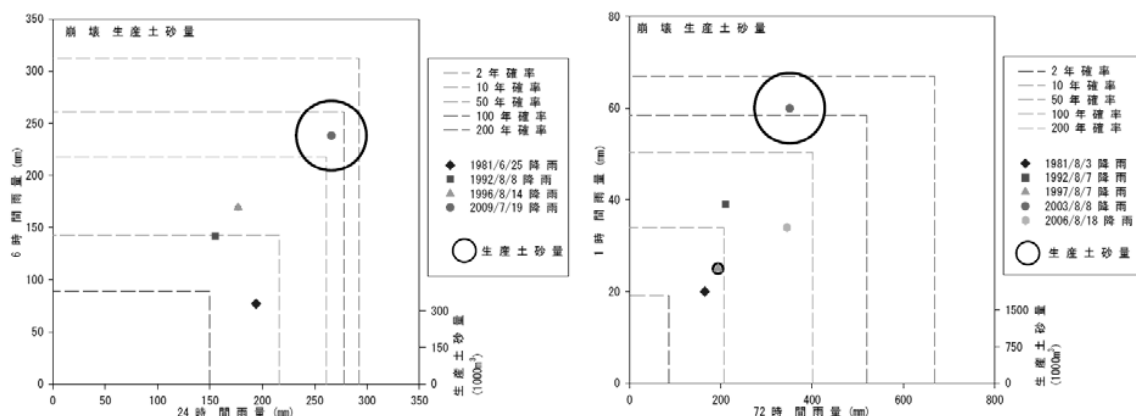
3. 結果及び考察

発生確率及び生産土砂量と相関の高い降雨指標については、宮川流域：72時間、累積雨量、広島市：1～3時間、防府：6～48時間、沙流川：1～12時間という各地域で異なる降雨指標が得られた。次に、図-1に土砂災害警戒情報等で用いられているような、短時間降雨指標（1、3、6時間雨量）と長時間降雨指標（24時間、72時間、累積雨量）による超過確率と生産土砂量の関係整理を行った。各軸は、発生確率及び生産土砂量と相関係数が最も高い指標を採用している。宮川流域では長時間降雨指標、その他の地域では短時間降雨

指標で評価した場合、雨量・超過確率の増加に伴い、生産土砂量が増加する傾向が見られた。一方の軸では、そのような関係が見られない地域が多かった。また、崩壊個数と生産土砂量に着目し分析を行ったところ、宮川流域では 2011 年の災害において、崩壊 1 個あたりの生産土砂量が他の時期の災害に比べ、約 10 倍であった。一方、その他の地域では、崩壊 1 個あたりの生産土砂量はどの時期の災害においても変化が少なく、崩壊発生数が土砂生産量の増加に寄与していた。以上より、短時間降雨指標は崩壊発生数の増加に寄与し、長時間降雨指標は崩壊規模の大きさに寄与している可能性が示唆される。



宮川流域（縦軸：6 時間雨量、横軸：72 時間雨量） 広島市（縦軸：3 時間雨量、横軸：24 時間雨量）



防府（縦軸：6 時間雨量、横軸：24 時間雨量） 沙流川（縦軸：1 時間雨量、横軸：72 時間雨量）

図-1 短時間降雨指標と長時間降雨指標による関係整理

4. おわりに

本研究により、1 回の豪雨に起因する斜面崩壊・土石流の発生確率及び生産土砂量について、①各地域における発生確率及び生産土砂量と相関の高い降雨指標を得た、②①で得た相関の高い降雨指標を用いて、過去の災害の雨量・超過確率と生産土砂量について整理を行うと、その降雨指標の増加に伴って生産土砂量が増加する傾向が見られた、③崩壊 1 個あたりの生産土砂量に着目すると短時間降雨指標は崩壊発生数の増加に寄与し、長時間降雨指標は崩壊規模の大きさに寄与している可能性が示唆された。今回、分析を実施した手法により、他の地域においても一回の豪雨に起因する斜面崩壊・土石流の発生確率及び規模を定量的に評価できる可能性がある。

参考文献

- 1) 林ら：降雨確率規模と土石流・崩壊発生確率及び生産土砂量の関係分析：平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集、B-30、2013
- 2) Guzzetti et al. : Landslide volumes and landslide mobilization rates in Umbria, central Italy, Earth Planet, Sci. let., Vol. 279, pp. 222-229, 2009