

過去の表層崩壊発生時の降雨特性と崩壊深・崩壊規模との関係について

国立研究開発法人土木研究所
和歌山県
国土交通省中国地方整備局
国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所
中電技術コンサルタント(株)
国際航業(株)

○木下篤彦・野池耕平・水野秀明
西岡恒志・筒井和男・福田和寿
村田雄一
今森直紀
荒木義則・秦雅之
島田徹

1. はじめに

近年、2014年の広島災害など大規模な表層崩壊が発生している¹⁾⁶⁾。災害による被害を軽減するには、予想される降雨分布や地質特性から崩壊発生を予測することが重要である。災害の予測技術の向上には複数の災害を比較し、雨の降り方と崩壊の特徴を検証することで予測精度の向上につながると考えられる。本研究の目的は、複数の災害の降雨と実際の崩壊の特徴を比較することで崩壊規模の予測に役立てることである。本研究では、近年の6災害について、災害時の降雨や崩壊状況を調査した。また、流量観測の成果から、タンクモデルのパラメータ設定が可能な花崗岩エリアについて、雨量から再現計算を行い、計算結果と実際の崩壊規模を比較することで崩壊規模を予測する手法を提案する。

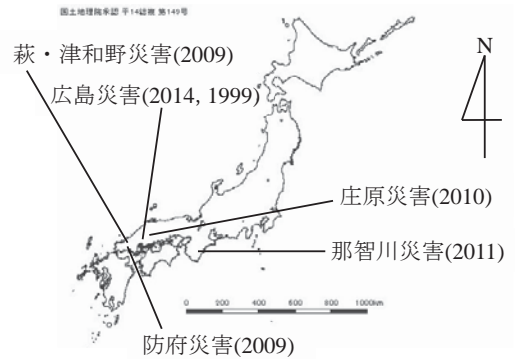


図-1 6つの災害の発生箇所。数字は災害発生年を表す。

2. 各災害の降雨特性について

図-1に6つの災害の発生箇所を示す。また、これらの災害の降雨の特徴をまとめると表-1のようになる。なお、総雨量とは、災害発生時の雨で前後に24時間以上の無降雨時間のある一連の雨の合計である。また、先行雨量と

表-1 各災害発生箇所の地質及び降雨特性

災害名	広島災害 (2014年)	萩・津和野災害 (2013年)	那智川災害 (2011年)	庄原災害 (2010年)	防府災害 (2009年)	広島災害 (1999年)
災害発生 推定時刻	8月20日 3:30~4:00頃	7月28日 12:00頃	9月4日 1:30~3:00頃	7月16日 17:00頃	7月21日 11:30~12:00頃	6月29日 15:30~16:00頃
地質	花崗岩・泥 岩	流紋岩質 凝灰岩	花崗斑岩・ 泥岩	流紋岩質 凝灰岩	花崗岩	花崗岩
検討対象エリア	八木・緑井 地区	須佐川流域	那智川流域	篠堂川流域	剣川流域	荒谷川流域
近隣の雨量 観測所	高瀬観測所 (国土交通省)	須佐観測所 (気象庁)	新宮観測所 (気象庁)	大戸観測所 (広島県)	防府観測所 (気象庁)	八幡川橋観測所 (日本道路公団)
総雨量(mm)	247	351	833	174	332	234
降雨継続時間(時間)	10	11	88	4	21	23
最大1時間雨量 (mm/h)	87	138	132	72	64	81
先行雨量(mm)	301	216	388	552	56	157
一連降雨前の無降雨 日数(日)	3	20	6	1	2	3

表-2 各災害発生箇所における表層崩壊の規模

災害名	広島災害 (2014年)	萩・津和野災害 (2013年)	那智川災害 (2011年)	庄原災害 (2010年)	防府災害 (2009年)	広島災害 (1999年)
本研究での検討対象 エリア	八木・緑井地区	須佐川流域	那智川流域	篠堂川流域	剣川流域	荒谷川 流域
地質	花崗岩	泥岩	流紋岩質凝灰岩	花崗斑岩・泥岩	流紋岩質凝灰岩	花崗岩
流域面積(km ²)	1.7	1.8	6.5	13.4	4.1	4.0
崩壊個数(個)	111	64	371	71	587	85
崩壊面積(km ²)	0.06	0.06	0.09	0.06	0.16	0.05
平均崩壊面積(m ² /個)	541	938	243	873	273	588
崩壊密度(個/km ²)	65	35	57	5	142	21
崩壊面積率(%)	3.5	3.6	1.4	0.5	4.0	1.2
平均崩壊深(m)	1.1	1.2	0.8	2.1	1.0	1.1

は、一連の雨が始まる時点より前の 30 日間の雨量の合計値である。総雨量では、那智川災害が 833mm と圧倒的に多く、庄原災害が 174mm と最も少ない。最大 1 時間雨量では萩・津和野災害が 138mm/h と最も多く、防府災害が 64mm/h と最も少ない。先行雨量で見ると庄原災害は 552mm と圧倒的に多く防府災害が 56mm と最も少ない。その他、萩・津和野災害の一連降雨前の無降雨日数が 20 日と長いのも特徴として挙げられる。

3. 各災害の崩壊特性について

表-2 に各災害の崩壊規模を示す。まず、総雨量が最も多かった那智川災害について、平均崩壊面積・平均崩壊深は最も大きかったが、崩壊密度・崩壊面積率は最も小さい。雨が 4 日間にわたり降り続いていたことを考えると、鉛直浸透が進み、斜面ごとの崩壊深が大きくなったと考えられる。総雨量は少なかつたものの先行雨量の多かった庄原災害については、崩壊密度・崩壊面積率が最も大きくなっている。平均崩壊深が 1.0m 程度であったことと合わせると、先行降雨が多かつたものの、鉛直浸透よりも表面流が卓越し、広範囲での崩壊につながったと考えられる。

4. 水文条件と崩壊規模との関係について

崩壊が発生するには短期降雨、長期降雨、先行雨量などが関係している。本研究では、タンクモデルを用いた水文過程の再現計算を行った。表-1 の 6 つの災害のうち 1999 年の広島災害については災害発生箇所にて流量観測を行っている。このため、タンクモデルのパラメータの設定が可能である。このパラメータを用いて地質が花崗岩である 2014 年広島災害、2009 年防府災害、1999 年の広島災害の水文過程の再現計算を行った。なお、タンクモデルのパラメータの設定手法や計算手法については SCE-UA 法^{7)・8)}を用いて 3 段のタンクモデルを構築した。

図-2 に計算結果を示す。2014 年広島災害について、1 段目タンクの貯留高が急激に上昇している。2・3 段目のタンクは遅れて上昇している。2009 年防府災害について、1・2 段目タンクの貯留高の上昇が見られる。3 段目タンクについては遅れて上昇している。1999 年広島災害について、1～3 段目全てのタンクの上昇が見られる。これらの結果を表-2 の崩壊規模の結果と合わせて検証する。2014 年広島災害、2009 年防府災害では崩壊密度・崩壊面積率が高かつた。1・2 段目タンクは表面流の指標であるため、表面流の卓越により崩壊密度・崩壊面積率が高かつたと考えられる。1999 年広島災害の特徴として、崩壊密度・崩壊面積率が低かつた。3 段目タンクは地下への浸透の指標であるため、鉛直浸透の卓越により表面流が抑えられ、崩壊密度・崩壊面積率が低かつたと考えられる。

5. おわりに

本研究では、近年の複数の表層崩壊による災害の降雨・崩壊特性を比較するとともにタンクモデルによりタンクの貯留高と崩壊密度・面積や崩壊規模との関係性について検討した。今後はタンクモデルのパラメータや計算手法の精度を向上させるとともに現地での水文観測の結果との整合性を検証する必要がある。

謝辞：本研究は、平成 26 年度河川整備基金の援助により実施したものである。ここに記して感謝いたします。

参考文献 1)海堀ら：2014 年 8 月 20 日に広島市で発生した集中豪雨に伴う土砂災害，砂防学会誌，2014. 2)海堀ら：2013 年 7 月 28 日に山口県東部および島根県西部で発生した局地的集中豪雨による土砂災害，砂防学会誌，2013. 3)松村ら：2011 年 9 月台風 12 号による紀伊半島で発生した土砂災害，砂防学会誌，2012. 4)海堀ら：2010 年 7 月 16 日に発生した広島県庄原市の土砂災害の緊急調査報告，砂防学会誌，2010. 5)古川ら：2009 年 7 月 21 日山口県防府市での土砂災害緊急調査報告，砂防学会誌，2009. 6)海堀ら：1999 年 6 月 29 日広島土砂災害に関する緊急調査報告(速報)，砂防学会誌，1999. 7)杉原ら：SCE-UA 法を用いたタンクモデルの構築とそれを用いた土砂災害発生危険基準線の設定，土木学会論文集 F6(安全問題)，2011. 8)杉原ら：SCE-UA 法を用いたタンクモデルの最適構造構築に関する一考察，土木学会論文集 F3(土木情報学)，2014.

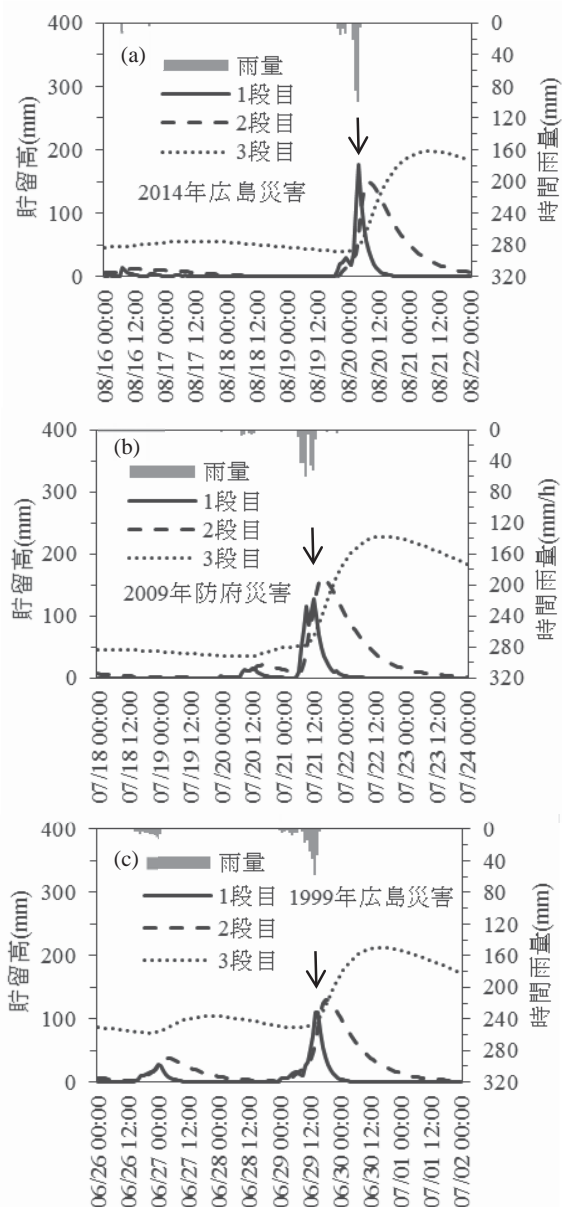


図-2 (a)2014 年広島災害，(b)2009 年防府災害，(c)1999 年広島災害のタンクモデルによる再現計算結果。矢印はおよその災害発生時刻。