

タンクモデルを用いた太田川流域八木地区と那智川流域における災害時の 水文過程に関する研究

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式会社

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

1. はじめに

近年、2014年の広島災害、2011年の那智川災害など大規模な表層崩壊が発生している¹⁾⁻⁶⁾。これらの災害による被害を軽減するには予想される降雨から、災害の発生の有無やその規模を予想し、住民避難につなげるのが重要である。一方、表層崩壊は雨の降り方と密接な関係があると考えられるが、降雨継続時間や雨量強度の違い等、雨の降り方と崩壊規模に関する研究は少ない。本研究では、降雨タイプの異なる2014年広島災害、2011年那智川災害を例に挙げ、降雨特性や崩壊規模を比較するとともに、タンクモデルによって再現計算を行う。また、1999年に災害が発生した広島市の宮内地区での水文観測事例を基に、雨の降り方が異なる場合の水文過程の違いについて検証する。

2. 2つの災害の降雨特性・崩壊特性について

図-1に2つの災害の発生箇所を示す。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、先行雨量とは、上記の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と圧倒的に多い。また、最大1時間雨量でも那智川災害が132mm/hと多い。一方、降雨継続時間は那智川災害が88時間、広島災害が10時間と大きく異なる。これらのことから、広島災害は短時間集中型の降雨、那智川災害は長時間の降雨かつ短時間集中型の降雨を合わせ持つ災害と言える。なお、表-2に2つの崩壊の崩壊規模を示す。崩壊密度・崩壊面積率とも広島災害の方が大きい。平均崩壊深は那智川災害の方が大きくなっている。

3. タンクモデルによる再現計算

短期的な集中降雨及び長期的な降雨の水文過程への影響を検討する目的でタンクモデルによる再現計算を行った。計算手法は大域的な探索手法としてその有効性が示されている最適化手法の一つであるShuffled Complex Evolution Method developed at the University of Arizona(以下、SCE-UA法^{7)・8)})等を用いてタンクモデルを構築した。パラメータの同定については、広島災害は同じ花崗岩である広島市宮内地区(図-1中1999年広島災害発生箇所)での流量観測データを、那智川災害については、那智川支川の金山谷での流量観測データを用いた。図-2に計算結果を示す。広島災害について、降雨強度の急激な上昇により1段目タンクの貯留高も急激に上昇している。那智川災害についても同様に1段目タンクの貯留高が急激に上昇している。これらのことからいずれの災害も短期的かつ集中的な降雨が災害発生原因の一つと考えることができる。



図-1 2014年・1999年広島災害、2011年那智川災害の発生位置

4. 雨の降り方が水文過程に及ぼす影響の検証

短期的かつ集中的な降雨、長期的な雨が水文過程に及ぼす影響を調査する目的で、1999年広島災害(図-1)が発生した宮内地区で斜面の水

表-1 2 災害の発生箇所の地質及び降雨特性

災害名	広島災害 (2014年)	那智川災害 (2011年)
災害発生 推定時刻	8月20日 3:30~4:00頃	9月4日 1:30~3:00頃
地質	花崗岩・泥岩	花崗斑岩・ 泥岩
検討対象エリア	八木・緑井地区	那智川流域
近隣の雨量 観測所	高瀬観測所 (国土交通省)	新宮観測所 (気象庁)
総雨量(mm)	247	833
降雨継続時間(時間)	10	88
最大1時間雨量 (mm/h)	87	132

表-2 2 災害の崩壊規

災害名	広島災害 (2014年)		那智川災害 (2011年)
本研究での検討対象 エリア	八木・緑井地区		那智川流域
地質	花崗岩	泥岩	花崗斑岩・泥岩
流域面積(km ²)	1.7	1.8	13.4
崩壊個数(個)	111	64	71
崩壊面積(km ²)	0.06	0.06	0.06
平均崩壊面積(m ² /個)	541	938	873
崩壊密度(個/km ²)	65	35	5
崩壊面積率(%)	3.5	3.6	0.5
平均崩壊深(m)	1.1	1.2	2.1

文観測を行った。なお、宮内地区では2005年から観測を実施しており、対象斜面にはテンシオメータ、土壌水分計、地下水水位計、傾斜計、伸縮計、雨量計などが設置してある。また、流域末

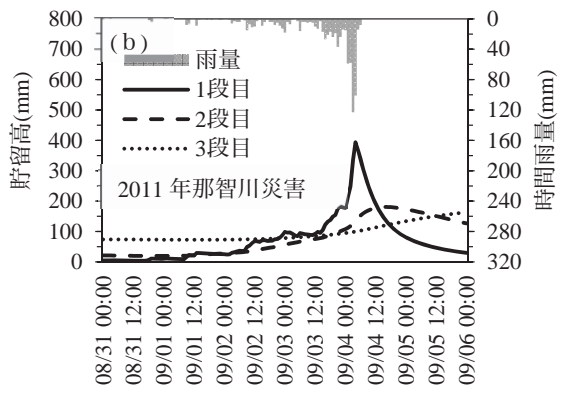
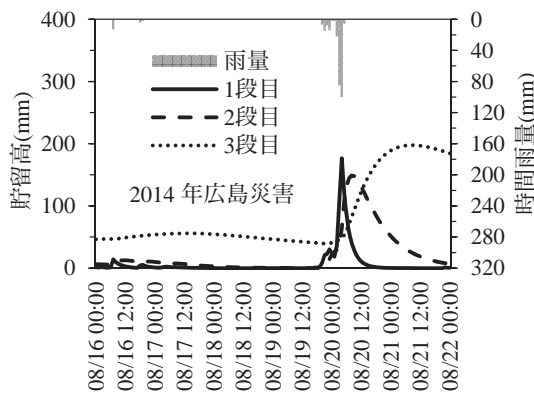


図-2 (a)2014年広島災害, (b)2011年那智川災害のタンクモデルによる再現計算結果

端ではパーシャルフリームにより流量観測を行っている。本研究では、長期的な降雨の影響を調査する目的で、観測中最も総雨量の多かった2013年10月23日~25日の降雨(総雨量239mm, 最大1時間雨量17mm, 継続時間54時間), 短期的かつ集中的な降雨の影響を調査する目的で、最も最大1時間雨量の多かった2006年8月11日の降雨(総雨量85mm, 最大1時間雨量82mm, 継続時間8時間)のテンシオメータのデータを整理した。図-3では、長時間の雨により地表面の等ポテンシャル線が水平に近い形となり、鉛直方向の浸透が増加した。一方、図-4では、降雨後も等ポテンシャル線が水平になっておらず、大半の降雨が地表を流下したと考えられる。

5. おわりに

本研究では、雨の降り方の違いによる水文過程の違いについて、タンクモデルによる再現計算、斜面での水文観測結果から検討した。今後はさらに現地での観測を続け事例を集めることにより、計算手法の高度化を図りたい。

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.

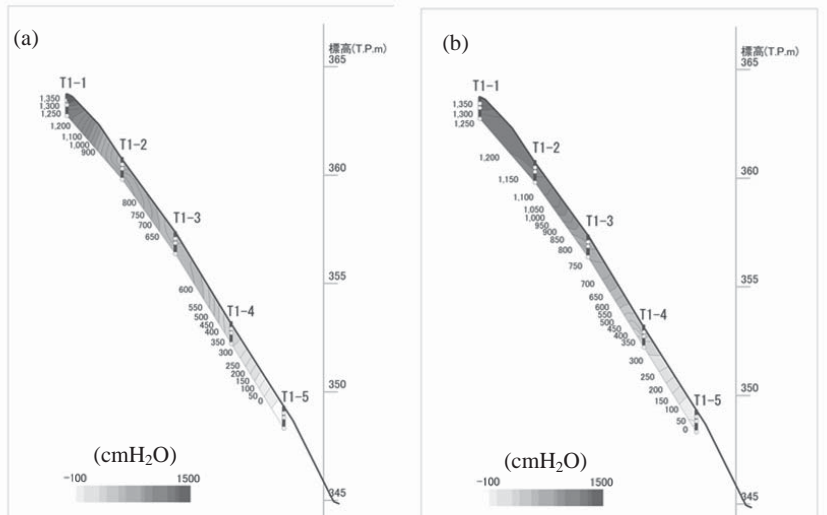


図-3 総雨量最大降雨の降雨前後の全水頭の等ポテンシャル線分布。(a)降雨前, (b)降雨開始19時間後。

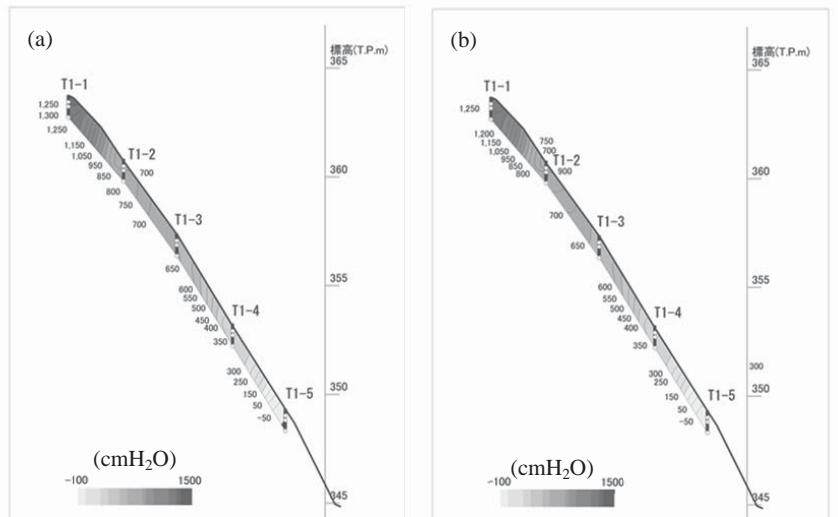


図-4 1時間雨量最大降雨の降雨前後の全水頭の等ポテンシャル線分布。(a)降雨前, (b)降雨開始3時間後。