

降雨特性変化が防災体制に及ぼす影響について

国土交通省国土技術政策総合研究所 小山内 信智・野呂 智之・柳原 幸希
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○青柳 泰夫・千葉 淳
 堂ノ脇 将光・伊藤 和浩
 信州大学 農学部 平松 晋也

1. はじめに

我が国では地球温暖化の進行に伴い、異常多雨や異常小雨の頻発の可能性が指摘されている。特に、数日間以下の短時間スケールでの降雨強度に影響が現れ、局地的な豪雨などの現象増加が予想される。現状では地球温暖化との関連は明確ではないものの、近年でも短時間の局地的な集中豪雨による土砂災害が発生し、このような豪雨の頻発は、防災体制のあり方にも多大な影響を与えるものと考えられる。

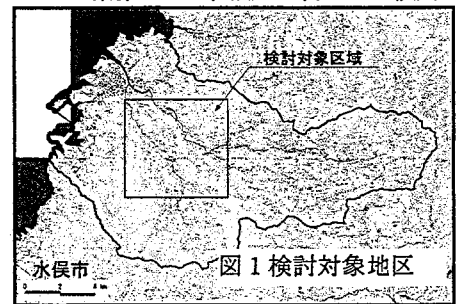
本検討では、斜面崩壊予測モデルによる数値実験を行うことにより降雨特性の変化によるがけ崩れ発生分布とタイミング変化の傾向を把握し、防災体制に及ぼす影響について検討した。また、土砂災害防止法によって土砂災害危険箇所（3現象）の周知が進められているが、これら危険箇所以外の避難路や避難場所周辺における危険箇所の分布や降雨特性変化による危険度の時間的変化を住民に提供することは自助、共助、公助を進める上で重要である。このため、本検討で用いる斜面崩壊予測モデル（手法）が、住民にとって適切な避難路・避難場所や避難のタイミングを把握する上での一つの指標として、活用し得るかを検討したので、その結果の一部について報告する。

2. 検討対象地区

検討対象地区は平成 15 年 7 月 20 日に災害の発生した熊本県水俣市の内、崩壊の多発した地区とそうでない地区を含む約 25km² である。（図 1 参照）

3. 解析手法

解析手法としては平松(1)が提案した「表層崩壊発生予測モデル」を用い、熊本県水俣市で発生した斜面崩壊の再現計算（メッシュ間隔 50m）により同モデルのパラメータフィッティングを行う。決定したパラメータを対象地区全域（メッシュ間隔 50m: 国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ標高を活用）に適用し、最大時間雨量と日雨量を変化させた場合のがけ崩れ発生分布とタイミング変化の傾向を把握した。崩壊の有無は安全率が 1.0 を下回る場合とし、安全率が 1.0 以上に対しては 0.05 間隔で 1.1 までの箇所を崩壊発生予備軍の箇所として区分し各々危険度 3, 2, 1 と表示した。



3.1 崩壊モデルの概要

流域を平面 2 次元的にメッシュ分割し、表土層厚を高さとする鉛直土柱をメッシュ毎に設定し、これを解析の基本要素とする。基本要素毎に雨水を供給し、この供給水量が側方流として各基本要素間を平面 2 次元的に移動するものとしてここで得られた土壌水分状態や地下水深を用いて基本要素毎に斜面安定解析を行い崩壊の危険度評価を行う。解析結果は時々刻々と変化する土壌水分状態と地下水深に対する斜面安定度が評価できるため崩壊のタイミングを把握できる。

3.2 入力条件

入力条件である土壌物理定数（表土層厚 2.0m, 粘着力 8.8kN/m², 内部摩擦角 23 度, 飽和透水係数 1.0×10^{-3} 等）は別途崩壊地近傍で採取された試料の試験数値を入力初期値とし、実崩壊の再現計算によりパラメータフィッティングを行った。降雨波形は図 2（代表的な降雨波形のみ記載）のように 3 CASE 設定した。再現計算に用いた降雨波形（CASE1）は平成 15 年 7 月 20 日実績のレーダアメダス（1 波形 2.5km 四方）を 4 波形（対象区域内の最小降雨は時間最大 85mm, 24 時間雨量 270mm, 最大降雨は時間雨量 90mm, 24 時間雨量 342mm）対象区域に与えた。CASE2 は CASE1 の 4 波形の内最大の降雨波形（時間最大 90mm, 24 時間雨量 342mm）を対象区域全域に与えた。CASE3 は CASE1 における各波形の 150% 増しの降雨波形とし地球温暖化降雨を想定し対象区域全域に与えた。（國友ら(2)によると地球温暖化に伴う 100 年後の 100 年再現期待値は年最大時間雨量 165mm, 年最大日雨量 365mm でこの降雨規模は概ね CASE3 に近い）

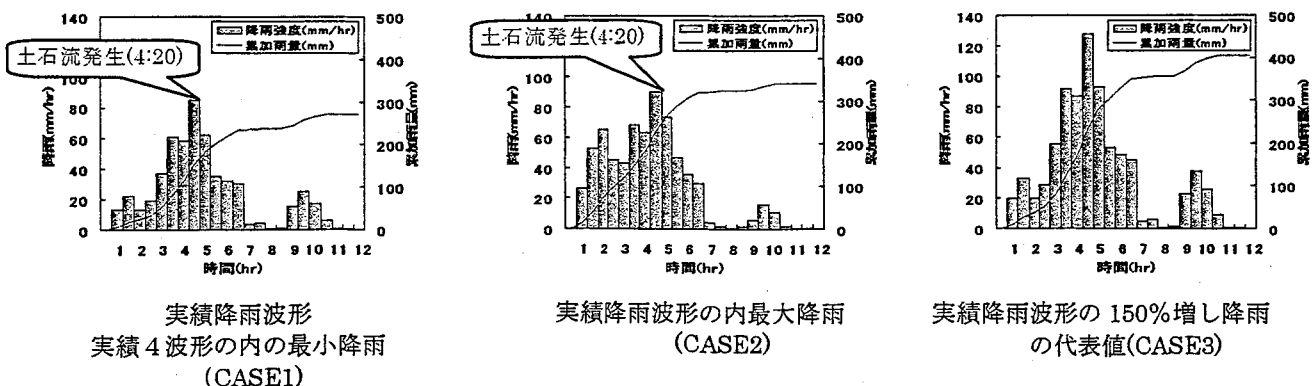


図 2 入力降雨波形（代表的な降雨波形）

4. 解析結果

図3 (CASE1) より実崩壊の再現性では計算による崩壊位置及び崩壊斜面数 (実崩壊斜面メッシュ数 330 個に対して再現計算での崩壊斜面メッシュ数 295 個) は概ね一致した。実際に崩壊が発生した斜面近傍での安全率が 1.0 を下回る時刻 (4:30) を崩壊発生時刻と想定すると実崩壊発生時刻 (4:20) に概ね一致し (図6 参照) 再現性は概ね良好と考える。再現計算で同定されたパラメータを用いて流域内最大実績降雨波形を全域に与えた CASE2 は CASE1 に対して崩壊発生斜面の分布 (図4 参照) は対象区域全体に広がり崩壊発生斜面数 (表1 参照) は約 1.5 倍に増大した。主に増大した区域は対象区域の中央部より南部である。南部で実崩壊が少ないのは実績降雨量が少なかったため、仮に北部と同程度の降雨が生じていたならば図4.2 のように崩壊が多数生じていたものと想定される。図5 に示す CASE3 は CASE1 の降雨波形に対して 150% 増しの降雨を与えた場合の崩壊発生分布図で崩壊箇所が避難路周辺にまで広がり全域に増大する。CASE3 の崩壊発生斜面数 (危険度3) は CASE2 に対して約 3 倍、CASE1 に対して約 4 倍に激増する。崩壊発生タイミングは図6 のように CASE3 は CASE1 に対して約 45 分崩壊発生時刻が早まる。

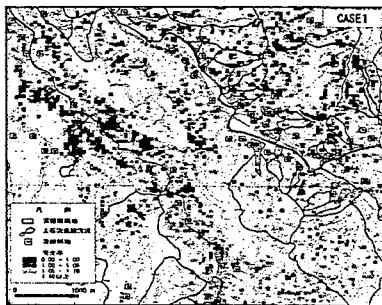


図3 崩壊斜面分布図 (CASE1)

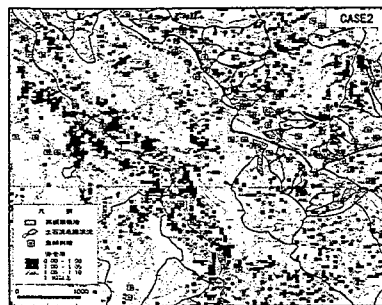


図4 崩壊斜面分布図 (CASE2)

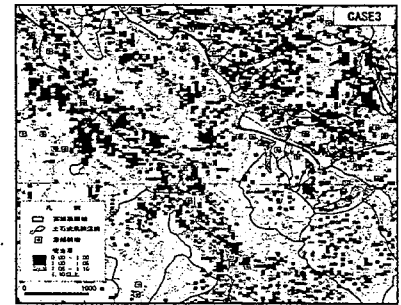


図5 崩壊斜面分布図 (CASE3)

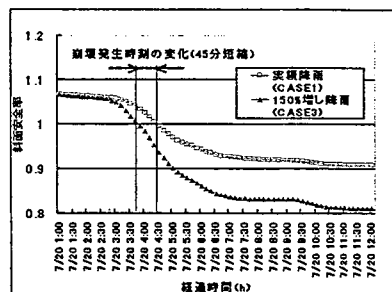


図6 安全率の経時変化

表1 崩壊斜面数の経時変化

(単位: メッシュ数)

経過時間	危険度3(崩壊斜面)			危険度2(崩壊予備軍)			危険度1(崩壊予備軍)		
	安全率1.00未満			安全率1.00以上1.05未満			安全率1.05以上1.10未満		
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE1	CASE2	CASE3	CASE1	CASE2	CASE3
7月20日 0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7月20日 1:00	0	0	0	0	0	0	1	2	2
7月20日 2:00	1	4	6	2	1	3	6	13	18
7月20日 3:00	8	11	25	6	7	27	27	27	165
7月20日 4:00	27	36	124	32	40	225	163	205	607
7月20日 5:00	198	297	964	116	220	738	540	765	797
7月20日 6:00	260	382	1189	388	637	781	730	875	835
7月20日 7:00	295	428	1261	497	764	798	786	829	795

5. 防災体制への影響

4. 解析結果に示すとおり、実績降雨の内最大降雨 (時間最大 90mm、24 時間雨量 342mm) が対象区域内全域に発生したと仮定すると、平成 15 年 7 月 20 日に生じた災害に比して、崩壊斜面は約 1.5 倍となり広範囲にかつ甚大なる災害が発生していたと予想される。また、実績降雨波形の 150% 増し降雨が発生したと仮定すると、避難路周辺にまで崩壊発生箇所が及ぶ。また一部の斜面 (メッシュ) での結果であるが崩壊発生時刻が約 45 分程度短縮化することにより、防災体制は従来にも増してより迅速なる対応が求められることとなる。

6. まとめ

平成 15 年 7 月 20 日の災害発生降雨よりも大きな降雨が発生した場合を想定した崩壊シミュレーションを実施したところ、崩壊発生箇所の分布域は拡大し、崩壊発生タイミングは短縮される結果となり、局地的な集中豪雨に対して、より迅速なる防災体制構築の必要性が明らかとなった。

本シミュレーションを活用することで、避難路や避難場所周辺における危険箇所についても降雨特性変化による概ねの危険度の時間的変化を住民に提供することが可能で、住民が適切な避難場所や避難のタイミングを把握する上で一つの指標となり、自助、共助、公助を積極的に進める上で有効なツールとして活用し得ると判断される。

今後地方自治体と気象庁との連携により警戒避難基準雨量は 5km 四方 (将来的には 1.0km 四方) の Q1 を元に土砂災害警戒情報の提供が進められることとなるが、5km 四方内のどの箇所が危険であるかは把握できない。斜面崩壊シミュレーションはこれを補足するもので、結果の精度向上には物理定数や土壌水分特性を詳細に把握する必要があるが、精度よいデータが得られずピンポイントでの崩壊箇所や崩壊のタイミングを特定できなかったとしても、概ねの斜面の危険度分布や崩壊発生のタイミングを住民に提供することで避難活動のツールとして役立つものと考えられる。

今後はパラメータの一般化に関する検討を進め、幅広く活用されるモデルに発展させたい。

参考文献(1) 平松晋也: 山腹表層崩壊の発生予測に関する基礎的研究 pp. 19~27, 1992 (2) 國友優・寺田秀樹・柳原幸希・辻本浩史: 統計的手法による地球温暖化にもなる降雨特性変化の推定 平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 200~201, 2003