

分布型崩壊概念モデルの実用化に向けた検討

新潟大学大学院 ○佐藤和歌子

新潟大学農学部 権田豊

1. はじめに

降雨による崩壊の危険度評価手法には、物理モデル、概念モデル等がある。物理モデルは、詳細な現場の条件の下で降雨の浸透過程や崩壊の発生過程を物理則に基づいて解くもので、崩壊発生位置、規模、時刻を予測できるが、広域への適用は難しい。概念モデルは、モデルから出力される降雨指標を用いて危険度評価を行うものである。代表例である土壌雨量指数（岡田ら、2001）は、土砂災害警戒情報の判断基準として全国的に利用されている。しかし、モデルに用いられているパラメータは全国一律であり、地形等の差異は考慮されていない。

Shuin et al. (2012) の分布型崩壊概念モデルは、物理モデルと概念モデルの折衷案である。地形を考慮して降雨浸透過程や崩壊発生過程を解くものの、土層構造や降雨の浸透過程を単純化しているため詳細な空間情報を必要とせず、計算負荷が小さく、広域への適用が可能である。物理モデルのように崩壊発生位置や規模を詳細に予測することは難しいが、算出される崩壊セル数（以下、UC 数）により、崩壊危険度の経時変化を評価できる。本モデルの運用には、崩壊の発生・非発生を判別する UC 数の閾値（以下、閾値）の設定が必要である。閾値は崩壊発生降雨の PUC（UC 数の最大値）と非発生降雨の PUC の間に設定される。しかし、実用化にあたっては以下のような課題が残されている。

- (1) 崩壊の免疫性が考慮されておらず、崩壊非発生降雨でも UC が発生するため UC 数が過大に算出される。
- (2) 同一の降雨に対しても対象地の地形等の違いにより UC 数に差が生じ、隣接する対象地でも閾値の値が異なるが、閾値を設定するための指針が無い。

以上の課題に対応するため、本研究では、2012年7月の九州北部豪雨で崩壊が多発した阿蘇山周辺地域を対象に、分布型崩壊概念モデル（以下、概念モデル）による解析を行い、崩壊履歴を考慮した UC 数の算出方法、および閾値の標準化方法を検討する。

2. 研究対象地概要

阿蘇山周辺地域の立野地域および北坂梨地域に各 2.25 km 四方の解析範囲を設定した。両地域は阿蘇山の外輪山に位置し、火山灰土や先阿蘇火山岩類と阿蘇火砕流堆積物で主に構成されており、黒ボク土や安山岩、溶結凝灰岩などが主体となっている。2012年九州北部豪雨では、立野観測所と北坂梨地域に近い坊中観測所で1時間最大降水量 83 mm、124 mm をそれぞれ記録した。以降、解析範囲を雨量観測点との対応がわかりやすいように、それぞれ立野、坊中とする。

3. 使用データ

解析には国土地理院の 5 m メッシュの数値標高データおよび国土交通省水文水質データベースの立野観測所、坊中観測所における 1989 年から 2016 年の主要な豪雨イベントの 1 時間雨量を使用した。

4. 解析方法

4.1. 分布型崩壊概念モデル

解析範囲を 5 m 間隔のセル状に分割し、各セルにおける標高、土層厚、粘着力、内部摩擦角、降雨を条件として与えた。各セルで地下水の連続式を解き、1 時間毎の地下水位を算出し、斜面安定解析により安全率を求めた。安全率が 1 未満となったセルを計数した。

4.2. 崩壊履歴を考慮する方法

課題 (1) を解決するために、崩壊履歴を除外する方法、および過去の崩壊回数を用いて重み付けする方法を考案した。前者は、過去の降雨イベントで安全率が 1 未満となったことのあるセルを、以降の解析では UC 数のカウント対象から除外する方法である。後者は、過去の降雨イベントで安全率が 1 未満となったイ

ベント数（崩壊回数）の逆数をセル毎に求め、UC となったセルについては、その逆数を加算して UC 数とする方法である。

4.3. 閾値の UC 数をモデル降雨の PUC に対する割合で標準化する方法

課題（2）を解決するための第一歩として、閾値の UC 数を標準化することを考えた。定常降雨を与えた解析により各対象地における PUC の値の変動範囲の上限値を求め、この値で各降雨イベントの UC 数を除し標準化したグラフを作成し、2 対象範囲で比較した。

5. 結果と考察

立野では、通常の UC 数（図 1a）と比べ、既往の崩壊を除外した UC 数（図 1b）、崩壊回数で重み付けした UC 数（図 1c）では、崩壊非発生時の UC 数は減少し、崩壊発生降雨と非発生降雨の波形の違いが強調された。しかし、既往の崩壊を除外した方法では、崩壊発生降雨を与えた後に再び同規模の崩壊発生降雨を与えても UC が生じない懸念があるため、崩壊回数で重み付けする方法が有望であるが、重み付けに用いる値の設定の仕方などの検討が必要である。

図 2 に、立野と坊中について、定常降雨を与えた際の PUC で除して標準化した UC 数の経時変化を示す。標準化した PUC は、立野で約 72 %、坊中で約 82 %、閾値の領域は、立野で約 35 %から約 72 %の範囲、坊中で約 25 %から約 82 %の範囲である。崩壊発生降雨の標準化しない PUC は、立野で 52891、坊中で 31293 であり、閾値の領域は大きく異なったが、UC 数を標準化することで、両地域の閾値の領域がおよそ同じ範囲になる結果になった。このことは、隣接地域であれば、閾値を標準化するとほぼ等しい値になる可能性を示唆している。

6. おわりに

今後は、対象地を増やして解析を行い、本研究で提案した崩壊履歴の考慮の仕方の検討を進めるとともに、閾値の標準化手法の妥当性を検証していきたい。

7. 引用文献

岡田ら（2001）土壤雨量指数，天気，p.59-66

沖村ら（1985）数値標高モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法，土木学会論文集，358，p.69-75

Shuin et al. (2012) Estimating the Influence of Rainstorms on Shallow Landslides : Comparison of the Intensity-duration Method and a Distributed-landslide Conceptual Model, IJECE, 5, p.37-45

