

## 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、地形や地質等の差異は考慮されていない。

これらのモデルの折衷案が Shuin *et al.* (2012) の Distributed-landslide Conceptual Model（分布型崩壊概念モデル、以下、DLCM）である。本モデルは物理モデルと同様の計算過程を持ちながら、土層構造や降雨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、計算負荷が小さいことから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正確に予測することは難しいが、安全率1未満のセル数（以下、UC数）から崩壊危険度の経時変化の評価が可能である。運用にあたっては、一定の値（閾値）を設定することで、崩壊の発生・非発生を判定できる。この閾値は、各降雨イベントにおけるUC数の最大値をPUCとすると、図1に示すように、崩壊が発生した降雨イベント群のPUCの最小値と、崩壊が発生しない降雨イベント群のPUCの最大値の間の領域（以下、閾値の領域）内に設定される。また閾値の値は地形によって異なる。しかし、閾値の設定指針は存在せず、解析エリア毎に過去の崩壊発生事例の解析を行い、閾値を設定する必要があることが、実用にあたる課題となっている。

本研究では、解析を行わず閾値を設定する手法の開発を目的とし、UC数を正規化した場合、隣接する

エリア間では閾値がほぼ等しくなるという作業仮説を立てた。この仮説が正しければ、崩壊履歴の無いエリアにおいても閾値を設定することが容易になる。2012年の九州北部豪雨で崩壊が多発した阿蘇山周辺地域において、2.25 km<sup>2</sup> 四方の解析エリアを図2に示すように13地点設定し、DLCMによる解析を行い、作業仮説を検証した。

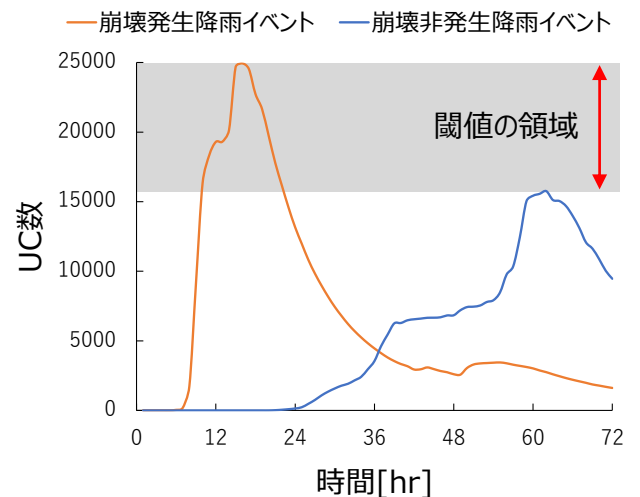


図1 閾値の領域の考え方

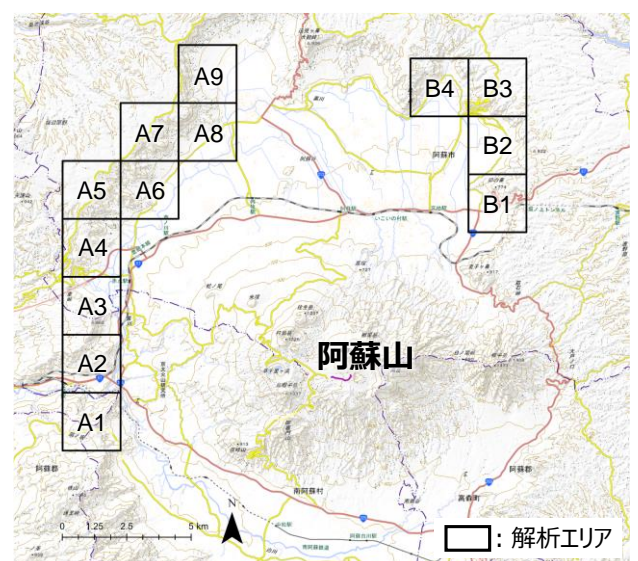


図2 解析エリア（地理院タイルに加筆）

## 2. 解析方法

解析には国土地理院の 5 m メッシュの数値標高データ（以下、DEM）を使用した。国土交通省水文水質データベースから、各解析エリアに近い立野観測所、内ノ牧観測所、坊中観測所における 1989 年から 2016 年の主要な降雨イベントについて、降雨のピークを含む 72 時間分の 1 時間雨量を入手して解析に使用した。

各解析エリアを 5 m 間隔のセル状に分割し、各セルにおける標高を DEM により与えた。土層厚は DEM から算出した勾配を参考に、乾燥条件下で安全率 1.2 を超えない値を設定し、上限値を 1.2 m とした。土の粘着力  $C$  [kPa]、内部摩擦角  $\phi$  [degree]、湿潤密度  $\gamma^t$  [kg/m<sup>3</sup>]、飽和密度  $\gamma^{sat}$  [kg/m<sup>3</sup>]、有効間隙率  $\lambda$ 、透水係数  $k$  [m/hr] は全てのセルで同一とし表 1 のように与えた。各セルに降雨を与え、地下水の連続式を解き、地下水位を 1 時間毎に算出した。さらに無限長斜面を仮定した安定解析を行い、安全率が 1 未満のセル数（UC 数）を計数した。様々な降雨強度の定常降雨を与えた解析結果（図 3）か

表 1 モデルに与えたパラメータの値

項目	値
$C$	6.0 kPa
$\phi$	28.6 degree
$\gamma^t$	1700 kg/m <sup>3</sup>
$\gamma^{sat}$	1900 kg/m <sup>3</sup>
$\lambda$	0.35
$k$	0.015 m/hour

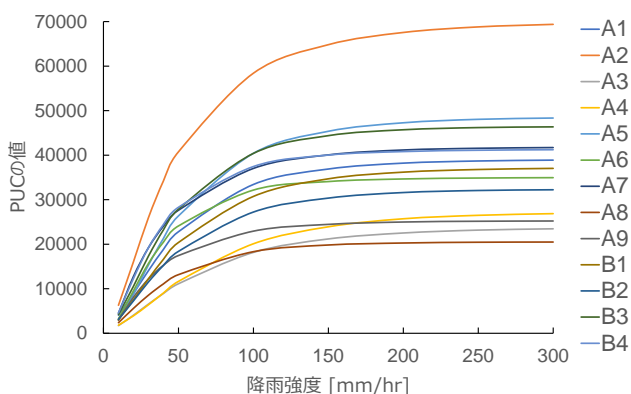


図 3 各降雨強度の定常降雨（降雨継続時間 72 時間）に対する PUC の値のエリア比較

ら、降雨強度 200 mm/hr における PUC を、各エリアの PUC の変動範囲の上限値とみなし、その値で各降雨イベントの UC 数を除することで UC 数を正規化した。

## 3. 結果と考察

図 4a は、全 13 エリアにおける閾値の上限値 (max) と下限値 (min) を UC 数で表示したもので、図 4b はそれらを正規化した UC 数で表示したものである。UC 数そのままの場合、閾値の上下限値はエリアによって異なり共通範囲を持たない。一方で UC 数を正規化した場合、全エリアの閾値の上限値は約 62~86%、下限値は約 20~34% であり、約 34~62% の範囲が共通する。非常に強い定常降雨を与えることにより算出した PUC の変動の上限値で UC を正規化した場合、隣接するエリア間では正規化した UC 数の閾値がほぼ等しくなるという作業仮説が支持される結果となった。

今後は、他地域でも本研究の作業仮説が成立するのかわか検証を進めると同時に、正規化した UC 数の閾値の共通範囲を阿蘇山周辺地域と比較していきたい。

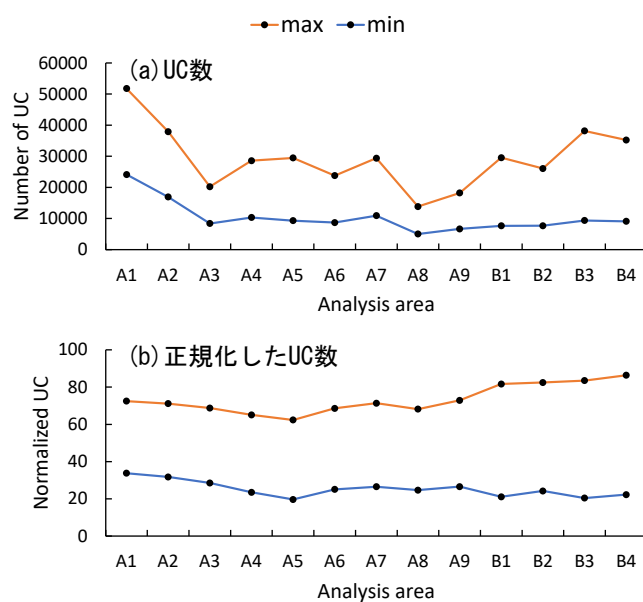


図 4 UC 数の閾値の上下限値のエリア比較

## 4. 引用文献

- 岡田ら (2001) 土壌雨量指数, 天気, p.59-66  
 Shuin *et al.* (2012) Estimating the Influence of Rainstorms on Shallow Landslides : Comparison of the Intensity-duration Method and a Distributed-landslide Conceptual Model, IJCEC, 5, p.37-45