

土質強度の影響を考慮した指標による崩壊発生危険度評価法の検討

東京大学大学院農学生命科学研究科 ○中渕遥平 鈴木雅一 坂江哲
筑波大学大学院生命環境科学研究科 堀田紀文
宇都宮大学農学部森林科学科 執印康裕

1. はじめに

土砂災害の発生を事前に予知して被害を最小限に食い止めるために、崩壊が発生する危険性のある降雨を識別する精度の高い指標が必要となる。しかしながら現在用いられている指標は主に降雨情報のみを用いたもので、地盤・地形等の情報が反映されていない。本研究では、地形・土質強度の影響を組み込んだモデルを、地形・地質の異なる2箇所に適用する。2対象地における、斜面安定解析から得られる崩壊予測面積率の表れ方の違いと、崩壊予測面積率を指標として2対象地ともに崩壊発生降雨と非発生降雨の識別ができるかの2点を検討した。

2. 解析対象地

解析対象地は、共に1972年・2010年の2回、大雨による崩壊が発生した神奈川県丹沢山地の中川川流域と広島県庄原市とした。前者は標高500m～1200m、流域面積約4200haで30°～45°の斜面が全体の60%を占める急峻な山地である。地質は新第三紀層に属し、付近の年平均降水量は約2200mmである。植生は主に天然の広葉樹林で構成される。後者は広島県の北東部に位置し、その内今回解析の対象とした地域は、約3800haの山間地域で篠堂川の流域にあたる。地形は標高500m～600m、10°～30°の斜面が中心の緩やかな山地である。地質は主に中生代白亜紀の流紋岩で構成され、付近の年平均降水量は約1500mmである。植生は主に天然・人工の広葉樹林で構成される。

3. データと解析手法

中川川流域については37mグリッドの数値標高地図、雨量データは1972年の大雨は玄倉観測所、それ以外の年はAMeDAS丹沢湖観測点のものをを用いた。庄原地域については10mグリッドの数値標高地図、降雨データは2000年以前はAMeDAS庄原観測所、以降は川北観測所、2010年の災害時は大戸・川北両観測所のものをを用いた。

本研究では、各セルについて降雨による時間毎の地下水位変化を計算し、無限長斜面の安定解析式を適用した。安全率が1以下となるセルを崩壊予測セルとし、粘着力Cを変化させたときの崩壊予測面積率（崩壊予測セル数/全セル数）の変化から土質強度の影響を評価した¹⁾。まず降雨強度一定で解析を行い、今回用いたモデルの応答特性を調べた。各計算グリッドでの動水方向は4方向（東西南北）のうちの最大勾配とし、計算間隔は1時間とした。また、同条件でCを1.0kPaから9.0kPaまで1.0kPa刻みに変化させた。両対象地とも飽和透水係数は0.05cm/s、土層厚は一律1.2mとした。次に、崩壊発生降雨2つを含む特に雨量の多かった10数個の実績降雨データを両対象地でそれぞれ入力し、同様にCを変化させて計算を行い、時間毎の崩壊予測面積率の変化に着目した。それぞれの降雨イベントの短期的な降雨の影響を表すものとして最大崩壊予測面積増加率/hr、長期的な降雨の影響を表すものとして最大崩壊予測面積率を採用し²⁾、それぞれをx、y軸とする座標上で、Cの値によってどのように崩壊発生降雨と非発生降雨の位置関係が変化するか、両者の識別ができるかを検討した。

4. 結果と考察

まず降雨強度一定での中川川流域と庄原地域の計算結果を図1に示す。与えた総雨量は1000mmで、降雨強度10mm/hを100時間連続で入力、その後50時間は無降雨状態にして計算した。図1を見るとこの条件化では、どのC(kPa)においても崩壊予測面積率には上限値があり、降雨が無くなるとそこから急速に減少していくことが分かる。同じCで両対象地を比較してみると、全く同じ降雨を与えているにもかかわらず、中川川流域の方が崩壊予測面積率が大きくなっている。また土層厚を全セルについて一様に設定しているため、Cの値が小さいとき無降雨時に崩壊するセルが生じているが、中川川流域では降雨による崩壊発生面積の変化に比べて、その割合が相対的に大きくなっている。これらは両対象地の傾斜頻度分布の違いがモデル計算に反映された結果と言える。

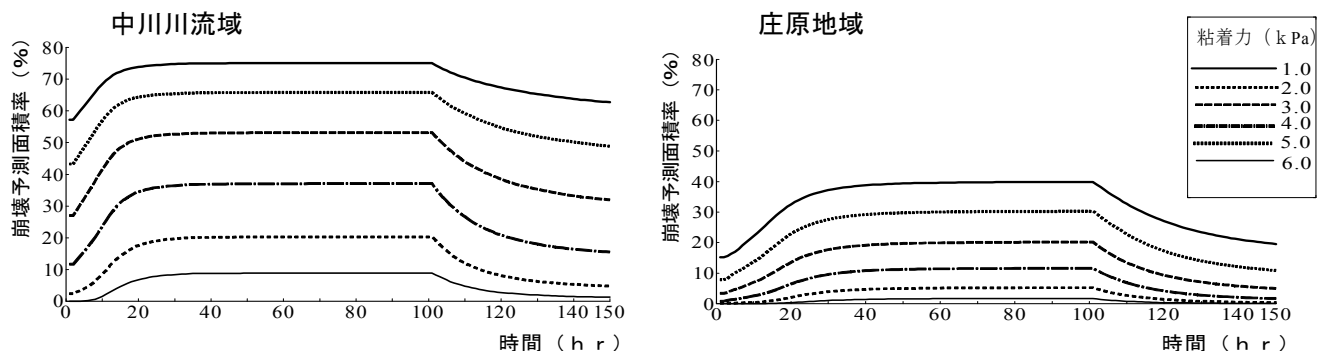


図1 降雨強度10mm/hで総雨量1000mmを与えた時のC(kPa)の変化と崩壊予測面積率の時間変化

次にCを変化させながらそれぞれの降雨イベントを上記の手法で解析した。まず従来の手法³⁾を用いて中川川流域の降雨イベントを評価した結果を図2Aに示す。これは各降雨イベントの最大時間雨量、実効雨量を指標として、それぞれをx、y軸とした座標により、災害発生危険性のある降雨域をもとめている。この評価法では座標上の崩壊発生降雨と非発生降雨が近い位置にある。一方図2Bは崩壊予測面積率を指標として危険降雨域をもとめたものである。両対象地ともにCが大きくなるにつれ、座標上の崩壊発生降雨群と非発生降雨群の距離が離れ、明確に2つの領域に別れる傾向が示された。図2BはCが6.0kPaのときの解析結果であるが、図2Aと比較しても、より崩壊発生降雨が特徴付けられていることがわかる。既往報告⁴⁾によるとせん断試験によって求められる土の粘着力は、土層中の深度によっても変化するが2.0～8.0kPaであり、本研究の評価法で崩壊発生降雨が明確に識別されたときのCの値はその範囲内にあった。Cの値を適切に設定することで、このモデルを用いれば降雨情報のみによる評価法よりも崩壊発生降雨の予測精度が向上する可能性が示唆された。

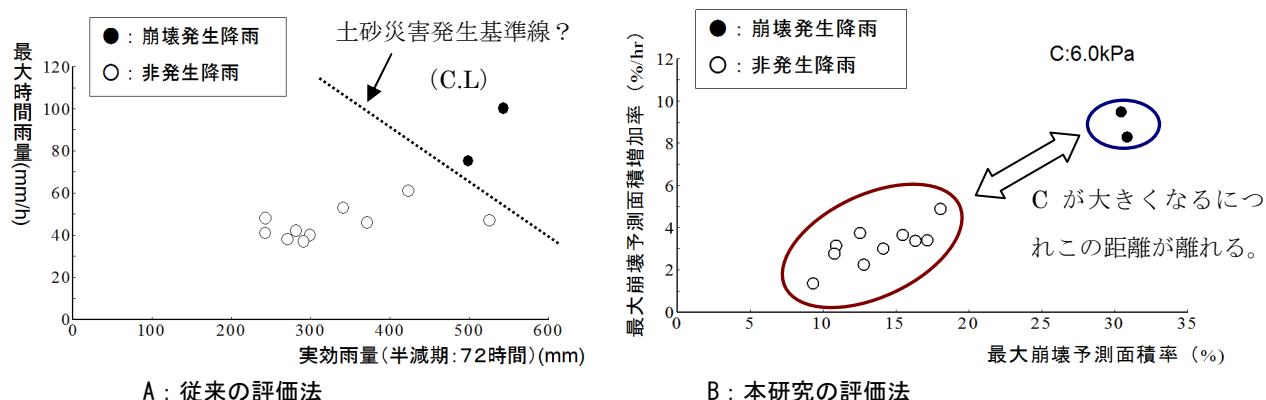


図2 中川川流域における降雨イベントの評価結果

最後に崩壊予測面積率が指標として機能したCの値での、崩壊予測セル位置と実崩壊位置の比較を行ったが十分に適合しなかった。これは土層厚を全セルについて一様に設定していることや、地質の影響で地下水位の発生の仕方がモデル上のものと異なっていることなどが原因と考えられる。指標としての精度向上のために、これらをどのように改善するか検討が今後必要である。

参考文献：1) 執印康裕・鈴木雅一・堀田紀文・田坂聡明・小川紀一郎 (2009)：降雨特性及び土質強度特性が表層崩壊発生場に与える影響について、砂防学会誌, 2009, pp. 39-46 2) Shuin Y, Hotta N, Suzuki M, Ogawa K (2011)：Estimating the effects of heavy rainfall conditions on shallow landslides using a distributed landslide conceptual model, Physics and Chemistry of the Earth, submitted. 3) 建設省河川砂防部砂防課：土石流災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案), 砂防課長通達, 1984. 6 4) 丸井英明 (1981)：自然斜面における表層崩壊の研究、京都大学農学部博士論文、p. 60-62