

天然ダムや火山噴火に起因した土石流の被害推定手法について

独立行政法人 土木研究所 火山・土石流チーム

田村圭司、内田太郎、山越隆雄、清水武志、吉野弘祐、松岡暁

1. はじめに

地震や豪雨に伴い天然ダムが形成した場合や火山が噴火し、著しく降灰した流域では、その後の降雨などにより、天然ダム形成、降灰以前に想定される範囲とは異なる範囲で土石流の発生による被害が生じることが懸念される一方、天然ダム越流侵食に伴う土石流や降灰後の降雨に起因する土石流については、天然ダム形成や火山噴火直後から土石流発生までの間にある程度時間がある可能性があり、天然ダムの高さ等、発生する土石流の規模を推定する上で非常に重要な情報を得ることも可能である場合もありうる。そのため、上述の2種類の土石流現象の被害範囲の推定を行う場合、地形や過去の実績のみで決める方法だけではなく、調査結果を反映できる数値計算も有効である。しかし一方で、土石流氾濫範囲を推定するために必要なパラメータは数多く存在するため、時間的猶予はあるものの限られた時間の中で被害範囲を推定するためには、調査項目の優先順位について整理しておく必要がある。

そこで、本稿では、天然ダム越流侵食に伴う土石流および火山噴火による降灰後の降雨に起因する土石流を対象として、数値計算によって被害範囲を推定する場合のパラメータ設定手法を、既存の文献等に基づき整理したので報告する。雲仙普賢岳の1993年4月28日の降雨によって発生した土石流を対象として、当該手法を適用した事例検討についても紹介する。

2. 緊急時におけるパラメータ設定の考え方

2.1. 検討方法

本研究では、土石流氾濫範囲を推定するために必要なパラメータについて、「計測の難易」および「計算結果に及ぼす影響度」の2つの視点でパラメータの整理を行った。「計測の難易」については、国土交通省や土木研究所による災害対応の実績（中越地震、岩手・宮城内陸地震、雲仙普賢岳、有珠山、三宅島等）や研究論文や調査マニュアル等の文献の分析、既往の調査技術に関する情報収集・分析することにより、評価した。また、「計算結果に及ぼす影響度」については、既往の研究・調査に関する文献調査により、概略整理した上で、新たにパラメータの感度分析を行い評価した。

2.2. 検討結果

「計測の難易」は、①図上計測またはレーザー距離計等を用いて対象から離れた場所で調査・計測可能なパラメータ、②現地調査を行って調査・計測可能なパラメータ、③直接的に計測できないが調査結果から推定可能なパラメータ、④計測および調査結果に基づく推定ができないパラメータ、である。「結果に及ぼす影響度」は、大中小の3種類に分類している。

検討結果を図1～3に示す。図1および図2は、天然ダム直下の越流侵食時の流出流量および著しく降灰した山地流域からの流出流量を計算する際に用いるパラメータをそれぞれ整理したものである。図3は下流域の土砂の氾濫範囲を2次元氾濫解析で推定する際に用いるパラメータの整理したものである。

2.3. 検討結果に基づくパラメータ設定手法の提案

2.2.の分析の結果、天然ダム形成した場合および火山噴火にともなう著しい降灰があった場合において被害範囲を推定に必要なパラメータの設定方法はまず、「計測の難易」から以下のように3分類できると考えられる（図4）。

- ①調査・計測結果に基づき設定するパラメータ
- ②事前に既定値を設定しておき、調査・計測結果に基づく設定を行わないパラメータ
- ③調査・計測結果に基づき設定するが、調査・計測が困難な場合（または初動時）には、事前に既定値を設定しておき、調査・計測結果に基づく設定を行わないパラメータ。

このうち、②、③に用いる既定値は、「結果に及ぼす影響度」から、設定手法は以下の2つに分類できると考えられる。

- (a) 過去の事例の再現計算によって妥当性が確認された値に安全率を加味して既定値を決定する。
- (b) 過去の事例の再現計算によって妥当性が確認された値を既定値として決定する。

3. 雲仙普賢岳で発生した土石流によるパラメータ設定手法の事例検討

2. の緊急時におけるパラメータ設定方法の妥当性を確認するために、雲仙普賢岳の噴火後に発生した土石流を対象とした検討結果を示す。検討は、1990年の雲仙普賢岳の噴火後の1993年4月28日～29日の雨によって発生した土石流を対象とした。雲仙岳測候所が観測した1993年4月28日の降雨記録によるとこの降雨は10年超過確率雨量に相当する。

実際に緊急時に氾濫範囲を推定する場合を想定した結果を示す。使用するパラメータは図2と図3となる。図4に基づいてパラメータを設定する。図2について、「河床勾配」、「河道幅」、「降灰分布」および「集水面積」は緊急時も調査に基づいて設定するパラメータであることから既調査報告の値を使用し、「河道粗度係数」、「斜面粗度係数」および「間隙流体密度」は緊急調査に基づく設定を行わないため既定値を用いた。「飽和透水係数」、「砂礫密度」および「粒径」は、安全率を加味して、それぞれ0、2.3（安全率0.9）、2mmを用いた。「不飽和浸透特性に係るパラメータ」は飽和透水係数を0としたことから考慮していない。次に図3について、「メッシュ標高」は20mを用いた。「河道および築堤状況」はメッシュ標高で表現できていないものは考慮せず、「河床の粒径」は2mmとし、「堆積物の体積土砂濃度」および「無次元掃流力」は過去の再現計算でよく使用される既定値を用いた。調査結果に基づく設定を行わない「粗度係数」や「泥流密度」等は既定値を用いた。

以上のようにパラメータを設定した計算結果を図5に示す。実線は1993年5月4日に撮影された空中写真（カラー）から判読した土石流の堆積範囲で灰色が計算結果である。これを見ると、本稿で提案したパラメータの設定手法によって十分再現性の高い計算ができていることが分かる。

4. おわりに

本稿では、天然ダム欠壊および火山噴火による降灰後の降雨に起因する土石流の氾濫範囲の緊急的な被害推定を行うためのパラメータ設定手法について筆者らが現時点で最も適正と考える手法を提示した。

謝辞：図4と図5の背景には国土地理院発行2万5千分の1地形図（雲仙および島原）を使用した。雨量データの整理に当り（財）砂防・地すべりセンターの柵木氏にご協力頂いた。

参考文献：平野ら、1993年雲仙における土石流の現地観測、水工学論文集、Vol.38、1994

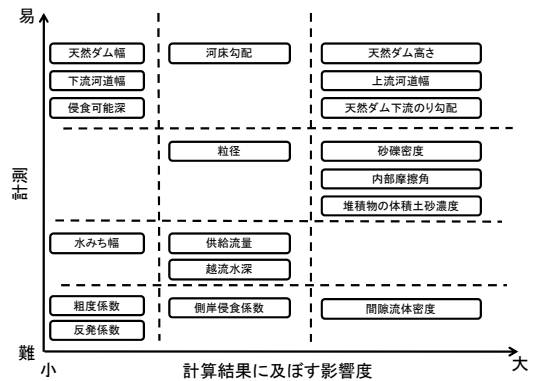


図1 天然ダム越流侵食時の流量計算のパラメータ

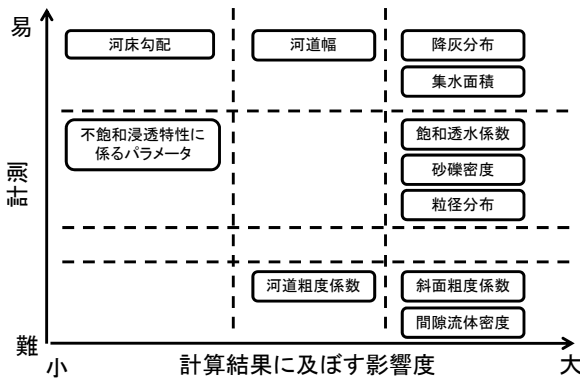


図2 降灰後の山地流域の流出解析のパラメータ

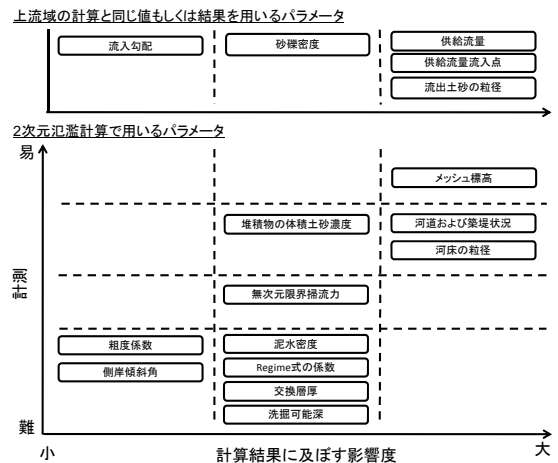


図3 下流域の氾濫計算のパラメータ

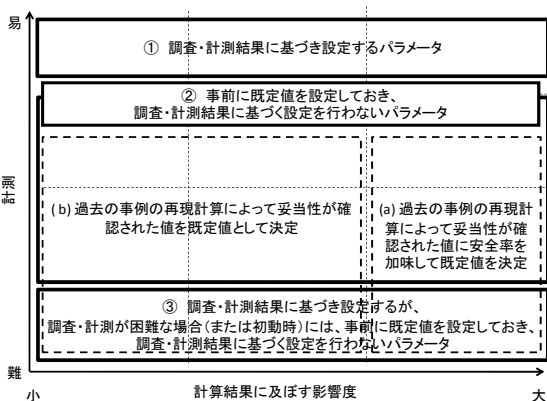


図4 パラメータ設定手法の概念図

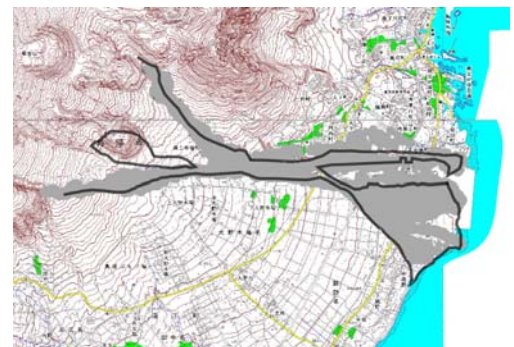


図5 1993年4月28日の土石流の堆積範囲（実線）および提案手法に基づく計算結果

