

## 10mメッシュを用いた斜面崩壊再現の事例計算と予測計算への展望

防災技術株式会社 ○中島 北夫  
株式会社計算力学研究センター 渡辺 正美  
応用地質株式会社 中村 晋

## 1. 目的

近年の山間地域への宅地開発等により土砂災害に関する危険地域が増大している状況が憂慮され、土砂災害防止法の施行、調査の実施によって警戒避難体制の整備、住民の危機意識の向上が図られている。住民の危機意識の向上のためには、家屋の近隣斜面の危険性を示すことが有効であると考えられるが、裏山レベルでの危険度情報をセンサー等によって具体的にかつ広域にわたって把握し情報を提供することは困難である。

そこで本検討では広域のかつ裏山レベルでの土砂災害の危険性を評価することを目的として、10mメッシュを用いた斜面崩壊再現の事例的な計算を実施し、災害発生予測への適用について考察を行った。計算の実施方針は、これまでに報告されている斜面崩壊の特性を参考とし一般的な手法を用いた手法による評価とした。モデル構築も国土地理院、環境省、国土交通省から公表されている10mメッシュ、植生図、地質図、土壤図を用いることとした。

## 2. 事例計算

## 2.1 計算の実施箇所

再現計算は災害報告として公表されている、香川県さぬき市(2004年台風23号、松村ら<sup>1)</sup>)、鳥取県琴浦町(2007年9月4日集中豪雨、小山ら<sup>2)</sup>)、福島県西白河郡西郷村(1998年8月豪雨、井口<sup>3)</sup>)、山口県防府市(平成21年7月21日豪雨<sup>4)</sup>)、鹿児島県鹿児島市(1993年8月大雨災害、地頭園ら<sup>5)</sup>)の5箇所を実施した。

## 2.2 モデルの概要

地形モデルは国土地理院発行の10mメッシュを用いた。地下水浸透は2層のタンクモデルを用い、浸透方向は8方向とした。雨量データは近傍のアメダス観測所、国土交通省所管の雨量計、災害時の研究報告に記載されたその他の雨量計の観測データを用いた。安定計算には一般的な無限長斜面の安全率式(式1)を用いた。

$$F_s = \frac{c'}{\gamma \cdot z \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta} + \left\{ 1 - \left( \frac{\gamma_w}{\gamma} \right) \left( \frac{h}{z} \right) \right\} \frac{\tan \phi'}{\tan \beta} \quad \dots\dots(式1) \quad \text{ここで、} F_s : \text{安全率、} c' : \text{土の粘着力、} \phi' : \text{土}$$

の内部摩擦角、 $\gamma$  : 土の密度、 $\gamma_w$  : 水の密度、 $z$  : 土層厚、 $\beta$  : 斜面の傾斜角、 $h$  : 地下水高さである。

粘着力は田村ら<sup>6)</sup>によって土質試験結果で得られた11.51kN/m<sup>2</sup>を森林山地の基本とし、伐採跡地や幼齢林は野々田ら<sup>7)</sup>による15年生の根系抵抗力7.23kN/m<sup>2</sup>を用いた。草地や裸地は樹木の支持力が無いものとし、野々田ら<sup>7)</sup>による15年生樹木の支持力が斜面抵抗力の26%程度という報告を参考に5.33kN/m<sup>2</sup>とした。内部摩擦角は30度、土層厚は2.0mを基本とし、初期安全率を1.0以上とするため樹林地では42.5度以上を1.25m、草地は38度以上を0.95mとした。さらに、斜面での土層飽和時に安全率が1.0以上とならないように、30~36度の斜面では $\phi'=30$ 度として、必要な土層厚を式1から逆算し36度で2.0mに擦り付けた。16~30度の斜面では土層厚が大きくなりすぎかつ飽和時に安全率1.0未満とするため、 $\phi'$ =斜面勾配、土層厚は上述と同様とした。

以上の条件をすべての地域で固定とし、再現計算のパラメータとして透水係数のみを地質ごとに変更した。初期水位の設定は、災害発生前の1~3ヶ月間の時間雨量を与えて計算した。各地の地域特性と再現計算から得られた透水係数を表-1に示した。

表-1 事例計算箇所と地域特性

## 2.3 計算結果と適合率

計算結果を図-1に示した。各崩壊地に含まれる最小安全率が1.0未満になった場合の適合率を表-2に示した。鹿児島市の例は崩壊地の形状が不明なため適合率からは除外した。

崩壊地と安全率の文を見ると、全般に安全率が1未満のセルかその近辺に崩壊地の多くが位置している。最小安全率が1以上の崩壊地でも、同じ斜面の谷地形の上下部に安全率1未満のセルが出現する場合も多く、全般に再現傾向は良好と考えられる。適合率はさぬき市や防府市の山間地では適合がよく、丘陵部となる琴浦町や西郷村、防府市の一部では適合が低くなった。これは勾配や起伏量が大きい地域ではメッシュによる地形の表現が良く出来ているが、丘陵地の起伏の小さな地形では勾配や谷地形などが実際よりも緩めに表現されてしまうためと思われる。

## 3. 予測計算に向けての展望と課題

危険度情報として運用する場合を考慮し、崩壊地の位置から20mのバッファを与えた場合の適合率を表-2にあわせて示したが、適合率は全体で0.6程度となった。

情報の運用には雨量情報の入手からの結果表示までの所要時間が問題となるが、100万メッシュ(約10km四方)を対象とした場合、PCレベルで1時間の計算時間は1.75分であった。現在雨量と1時間予測雨量両方の安全率の

出力までに要する時間は単純計算で3分程度となる。結果表示までにはさらに数分を要すると予想されるが市町村単位での予測情報の運用に耐える時間と考えられる。実際面は、現在レーダーアメダスに対応したプログラムに改良中および表示システムの構築中であり検証中である。

再現結果では見た目の傾向は良好な印象を受けるが、

適合率として評価した場合は改良の余地がある。ここで使用したモデルでは、土層厚が斜面勾配と植生だけで表現されているため、露岩地や尾根地形、高標高地域で土層厚が過剰に表現されている場合があり改良の余地がある。

そこで、丘陵地等の精度向上を含め、起伏量、尾根谷度などの地形量を今後取り入れる必要があると考えられる。これらについては現在広域のデータベースを作成中であり、将来的に精度の向上を図る予定である。

また、植生分布では植生図と実際と現地の災害調査報告や1/2.5万地形図等と異なる場合があり、第7回調査結果が待たれる。さらに、斜面对策施設を反映し空振り率を下げる必要があるなどの課題を有している。

表-2 事例計算結果とバッファ20mでの適合率

箇所	崩壊地数	1.0未満	適合率	バッファ20m	適合率
さぬき市	98	82	0.84	94	0.96
防府市	557	312	0.56	312	0.56
琴浦町	213	66	0.31	102	0.48
西郷村	288	93	0.32	163	0.57
全体	1156	553	0.48	671	0.58

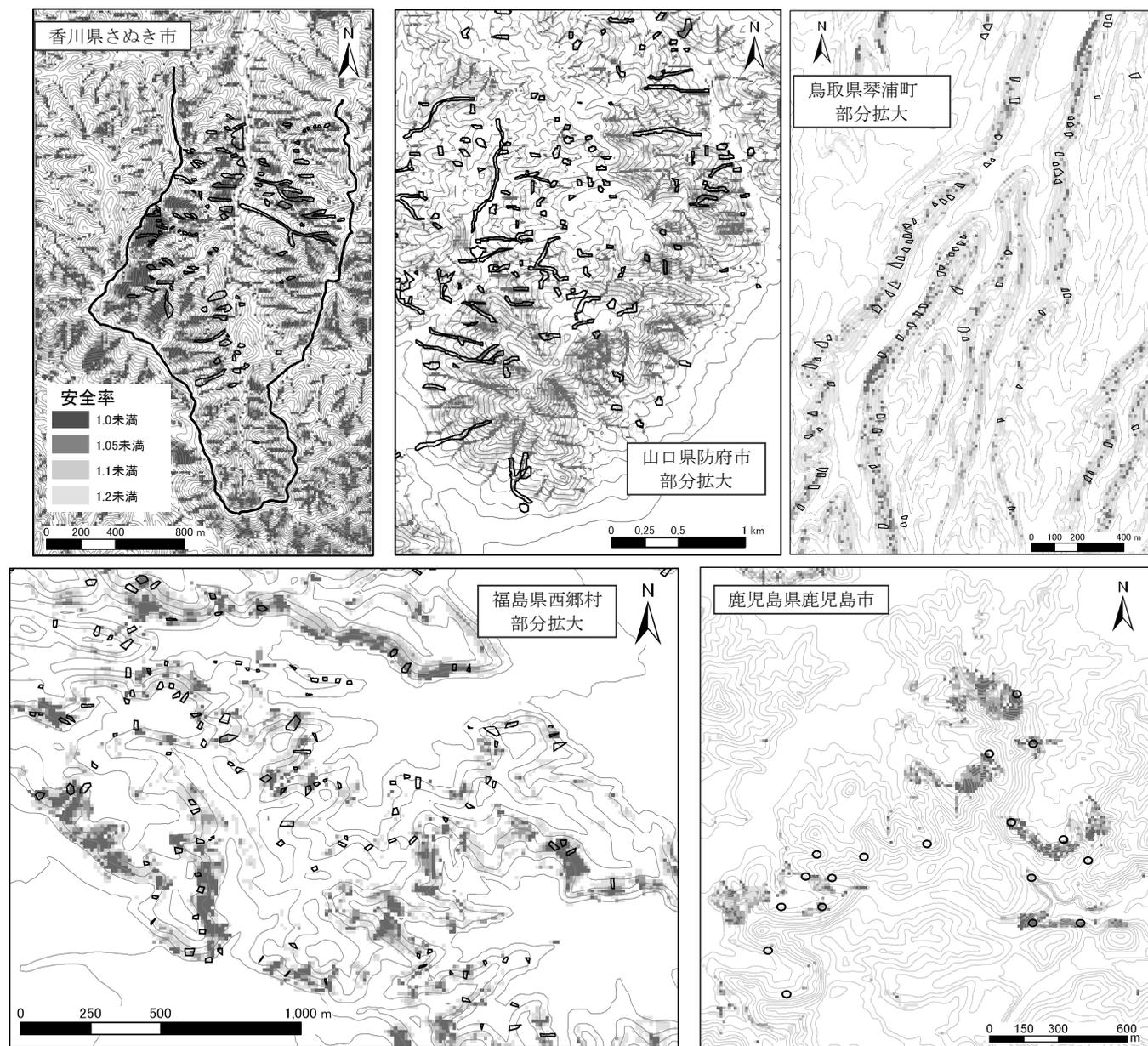


図-1 再現計算結果一覧（広域で計算している事例は部分拡大を示した）

参考文献

1) 松村ら：2004年台風23号における岡山県玉野市、香川県さぬき市周辺の土砂災害(速報)、新砂防 Vol.57, No.6、2005年 2) 小山ら：2007年9月4日の集中豪雨により鳥取県琴浦町で生じた斜面崩壊の特徴、新砂防 Vol.62, No.1、2009年 3) 井口隆：1998年8月豪雨による阿武隈川上流地域における斜面災害調査報告 4) 平成21年7月21日豪雨山地災害対策検討委員会報告書、2009年 5) 地頭園ら：シラス斜面の崖錐崩壊に関する水文観測、新砂防 Vol.62, No.1、2009年 6) 田村ら：高精度空間情報を用いた崩壊・土石流発生危険度評価手法に関する研究 7) 野々田ら：根系の引張り強度と曲げ強度から推定した樹木根系の斜面安定効果、日林誌 Vol.76, No.5、1994年