

土石流による家屋被災範囲の推定



危機管理技術研究センター 砂防研究室 主任研究官 水野 秀明 室長 寺田 秀樹

1. はじめに

土石流災害を防止・軽減するために対策を講じることは緊急の課題である。2003年7月19日から21日にかけて、梅雨前線に伴う豪雨が九州地方を襲い、多数の土砂災害が発生した。写真-1は福岡県太宰府市三条1丁目で発生した土石流災害による家屋の被災状況である。なお、災害の詳細はすでに報告¹⁾したので、そちらを参考にされたい。このような土石流災害は1998年から2002年までの5年間の年平均で126件発生した。

土石流災害を防止・軽減するための対策としては、砂防えん堤などの人工構造物によって土石流の発生を予防し、あるいは、発生した土石流の流れを制御して、土石流が住宅地など保全すべき地区に流れ込まないようにするハード対策と、土石流の発生が予想される危険な範囲を示すことで、その範囲内への住宅地等への利用を抑制するとともに、危険な場合に警戒し避難することで人的被害を回避するソフト対策の2種類がある。

このような対策をとるべき箇所、すなわち土石流の発生の危険性があり、人家に被害を及ぼす恐れのある溪流（「土石流危険溪流」）は全国に162,908箇所も存在する。その全てのハード対策を講じていくためには、膨大な時間と費用を必要とする。このような背景から、ソフト対策をさらに充実させることによって、土石流災害を含む土砂災害の防止を図るために、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（以後、「土砂災害防止法」と呼ぶ）が2001年4月1日に施行された。

前述の膨大な数の土石流危険溪流等に対して、危険な範囲の設定を行うためには、短時間で設定できる簡便な方法が必要である。そこで、本研究では、土石流の流下幅の設定方法を開発し、それを土砂災害防止法に関する国土交通省告示第332号（2001年3月28日。以後、「告示」と略す。）に示された手法に加えたものを、過去の土石流災害に適用して、その精度を検証することを目的とする。

2. 家屋被災範囲の設定手法

(1) 家屋被災範囲の定義

本研究では、家屋被災範囲は流体力が建築物の耐力を上回る土地の区域とする。予め設定した土石流の流下経路の地点において、土石流の流体力と建築物の耐力を算出し、両者を比較する。

(2) 流体力の算出方法

告示では、土石流の流体力は土石流自身の密度に流速の2乗をかけて算出する（式(1)）。

$$F_d = \rho U^2 \quad \dots (1)$$

ここで、 F_d :土石流の流体力[kN/m²]、 ρ :土石流の密度[t/m³]、 U :土石流の流速[m/s]である。

(3) 耐力の算出方法

告示では、通常の建築物の耐力は式(2)で算出する。

$$P = \frac{35.3}{h^{5.6 - h}} \quad \dots (2)$$

ここで、 P :建築物の耐力[kN/m²]、 h :土石流の水深[m]である。 F_d が P を上回った地点の土石流の流下幅の範囲内が家屋被災範囲となる。

(4) 土石流表面の流下幅の推定

式(1)(2)で U 、 h を算出する際には、土石流表面の流下幅を推定しなければならない。膨大な数の土石流危険溪流に適用するために、簡易的な方法が必要とされており、本研究では土石流の流れが水の流れと同じ挙動を示すと仮定して、等流計算で土石流表面の流下幅を推定することにした。この場合、土石流の表面は水平となるため、計算上、扇状地などの開けた土地では非現実的な幅になる可能性が



写真-1 福岡県太宰府市三条一丁目被災状況

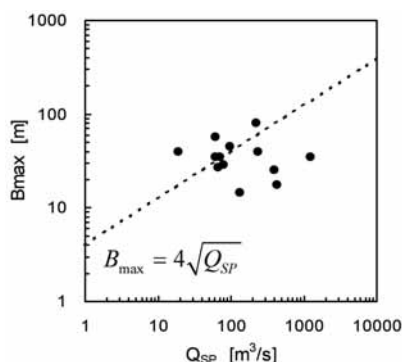


図 - 1 過去に発生した土石流の流下幅と流量の関係

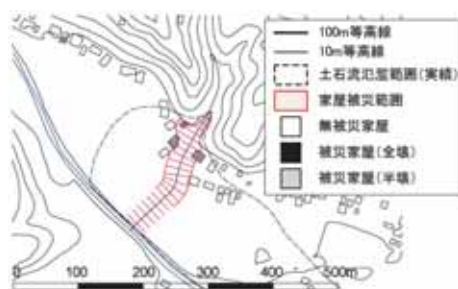


図 - 2 適用事例

表 - 1 被災家屋包含率と無被災家屋率

		適用ケース①	適用ケース②	適用ケース③	
Bを計測する2地点間の距離	10m	被災家屋包含率	56.7%	60.0%	46.7%
		無被災家屋率	87.4%	87.1%	89.1%
	100m	被災家屋包含率	66.7%	80.0%	73.3%
		無被災家屋率	78.0%	78.6%	74.7%
	200m	被災家屋包含率	70.0%	76.7%	76.7%
		無被災家屋率	79.6%	80.2%	77.2%

ある。そこで、土石流災害の既往資料を調べた。

図 - 1は既往資料に基づいて、土石流のピーク流量〔 Q_{sp} 〔 m^3/s 〕〕と流下幅〔 B_{max} 〔 m 〕〕をプロットしたものである。図 - 1のように B_{max} は Q_{sp} と式(3)に示すような関係を持つことが分かった。そこで、本研究では、土石流表面の流下幅は B_{max} 〔式(3)〕を最大値として設定とした。

$$B_{max} = 4 \sqrt{Q_{SP}} \quad (3)$$

3. 過去の土石流災害事例への適用

2.の手法を過去の土石流災害(16事例)に適用した。適用に際して、3種類のケースを設定した。適用ケースでは、計算に必要なパラメータの値を災害に関する実績のデータを用いず、地形図等の既存資料だけから推定した。適用ケースでは、適用ケースで用いたパラメータの値のうち、土石流によって運搬されてくる土砂量(V_0)を適用ケースで用いた値と災害実績の値を比較して大きい値とした。適用ケースでは、適用ケースで用いたパラメー

タの値を用い、家屋被災範囲の設定を開始する地点の位置を災害時に土石流が氾濫し始めた地点とした。さらに、 F_0 とPの算定に必要な土地の勾配を計測する際の2地点間の水平距離(L)に3種類(10m、100m、200m)の計測距離を設定し、その影響を見た。

精度の検証に際して、実際に被災した家屋(人家として用いられていない家屋を含まない)の総数に対して、実際に被災した家屋のうち何戸が家屋被災範囲に包含されたかを示す割合を「被災家屋包含率」と定義し、さらに、家屋被災範囲内に包含された家屋の中で、実際には被災していなかった家屋の割合を「無被災家屋率」と定義する。

図 - 2は家屋被災範囲の設定事例である。この場合、実際に被災した家屋は3戸あり、それらの全てが家屋被災範囲に包含されたので、被災家屋包含率は100%となった。また、家屋被災範囲に包含された家屋の総数は4戸で、そのうち実際には被災していなかった家屋は1戸であったので、無被災家屋率は25%となった。16事例の適用結果を取りまとめると表 - 1のようになった。

4. まとめ

適用ケースの既存資料だけで家屋被災範囲を設定した場合でも、被災家屋包含率は約7割以上となった。また、流出土砂量の災害実績値が既存資料に基づいて推定した値より大きい場合には、 V_0 として災害実績値を用いることで、被災家屋包含率の精度を向上させられることが分かった。さらに、実際の土石流の氾濫開始点が地形図上の谷の出口より下流側に位置する場合には、その点を基準地点として用いることで、被災家屋包含率の精度を向上させられることが分かった。

5. おわりに

これらの成果は現在、各都道府県で実施されている土砂災害特別警戒区域の設定作業に生かされている。最後になりますが、過去の土石流災害に関する既存資料を快く提供していただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 寺田秀樹、水野秀明、内田太郎、曾我部匡敏、原榎利幸、小山内信智、桜井亘、武澤永純、土井康弘：平成15年7月18日から20日にかけて福岡県太宰府市と熊本県水俣市で発生した梅雨前線豪雨による土砂災害(速報)、土木技術資料vol.45, No.9, pp.4-7, 2003年9月