

# Kanako を用いた人口集中区域における土石流到達範囲の推定

福井工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○相本 陽介  
福井工業高等専門学校 正会員 辻子 裕二  
福井工業高等専門学校 北野 真優

## 1. 研究の背景と目的

国内の土砂災害危険箇所は約52万箇所を上り、豪雨などにより土砂災害が発生しやすい環境にある。平成26年8月豪雨を誘因として広島県広島市北部の住宅地で発生した土砂災害は、人的被害死者74名、重傷者8名、軽傷者36名、物的被害全壊133軒半壊122軒と大きな被害をもたらした。一方、福井県内においても土砂災害危険箇所は数多く確認され、土石流危険区域だけでも3111箇所定められている。この内、DID（人口集中区域）に含まれる地点もある。

本研究では、福井県内を対象として、GIS（地理情報システム）を用いて土石流危険区域に含まれるDID（人口集中区域）を抽出した上で、該当箇所について土石流シミュレーションプログラムKanakoを用いて土石流到達範囲の推定を行い、その危険性を検証する。

## 2. 対象地域の設定

国土交通省により公開されている国土数値情報を用い、福井県内の土石流危険区域 3111 箇所に含まれる DID（人口集中地区）を抽出したところ、32 箇所が該当した。ここでは、その中でも図 1 に示される 1～5 の 5 つのエリアを対象とした。なお、対象エリアの流路は ArcGIS の水門解析機能を用い、土砂災害危険箇所のデータを参考にして設定した。

## 3. パラメータの設定<sup>1)</sup>

地形条件は国土地理院から公開されている 10mメッシュデータをもとに作成した。0次谷（1次谷の最上端から流域の最遠点までの流路谷筋にそった距離）の溪床幅を一律 2m と仮定し、1次元領域の流下幅は集水面積 0.1km<sup>2</sup> 以下の対象範囲で 5m、それより大きければ 10m を採用した。ハイドログラフは崩壊可能土砂量をもとに作成し、1次元領域最上端から供給した。なお、複数支川が存在する溪流では1次元領域の最上端から最下端までが最長となる流路を採用した。崩壊可能土砂量  $V$  (m<sup>3</sup>) は次式をもとに推定した。

$$V = \sum(B \times D \times L) \quad (1)$$

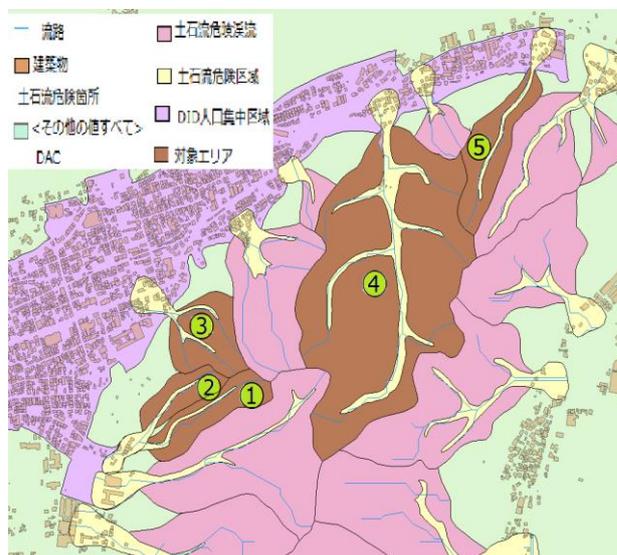


図1 対象エリア (1から5)

ここに、 $B$  は土石流発生時に浸食が予想される平均溪床幅 (m),  $D$  は土石流発生時に浸食が予想される平溪床堆積土砂の平均深さ (m),  $L$  は 0 次谷長さ (m) であり、支流がある場合はその長さも加えた。溪床堆積土砂の平均深さは接谷面と現地形の比高から想定し、接谷面は GIS の近傍解析機能を用いて算出した。この崩壊可能土砂量をもとに砂防基本計画策定指針をもとに、次式 (2), (3), (4) を用いて計算開始点における土砂量を輸送し得る土砂濃度と、総流量を計算した。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\delta - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \quad (2)$$

$$Q_{sp} = 0.01 \Sigma Q \quad (3)$$

$$\Sigma Q = \frac{V \cdot C_*}{C_d} \quad (4)$$

ここに、 $\phi$  は砂礫のせん断抵抗角（本研究では 35° を用いた）、 $C_d$  は土石流の容積土砂濃度 ( $0.30 \leq C_d \leq 0.54$ )、 $\gamma$  は空隙率 (0.4 を用いた)、 $\rho$  は流体相の密度 (1200kg/m<sup>3</sup>)、 $\delta$  は砂礫の密度 (2650kg/m<sup>3</sup>)、 $\theta$  は一次元領域最下端から上流 100m の平均河床勾配、 $C_*$  は河床の容積濃度 (0.6)、 $Q_{sp}$  は土石流のピーク流量、 $\Sigma Q$  は土石流総流量 (m<sup>3</sup>) である。各対象エリアにおける上記の値を表 1 に示す。

表1 各エリアの解析パラメータ

対象エリア	1	2	3	4	5
流域面積 (km <sup>2</sup> )	0.05	0.03	0.06	0.48	0.07
土石流濃度	0.3	0.3	0.3	0.3	0.38
流下幅 (m)	5	5	5	10	5
総流量 (m <sup>3</sup> )	3914	1393	11277	18518	1438
ピーク流量 (m <sup>3</sup> )	39.1	13.9	112.8	185.2	14.4

計算時間は 1200 秒とし、この内三角形形状のピークで 200 秒間に渡り土砂を供給するハイドログラフを設定した。粒径は一律に 0.45m とし、その他のパラメータは、重力加速度(=9.8m/s<sup>2</sup>)、河床の容積濃度(=0.6)、マンギングの粗度係数(=0.03m<sup>-1/3</sup>/s)、侵食速度係数(=0.0007)、堆積速度係数(=0.05)とした。

#### 4. 計算結果

上記の条件をもとに、5つの対象エリアで計算を実施した。図2、図3、図4はそれぞれ堆積厚の変化を示したものである。図2より、対象エリア2では県が指定している土砂災害危険区域に近い挙動を示した。一方、図3に示される対象エリア1、3では、土砂災害危険区域よりも広範囲にわたって被害をもたらす可能性が示された。また、図4より、対象エリア4、5では土砂災害危険区域からやや外れる挙動を示した。また5つの対象エリアにおける一次元領域から二次元領域への総流出土砂量を求めた結果、エリア1では267.82 m<sup>3</sup>、エリア2では77.28 m<sup>3</sup>、エリア3では1015.2 m<sup>3</sup>、エリア4では52 m<sup>3</sup>、エリア5では80.32 m<sup>3</sup>となった。とくに、エリア3は流域面積に対して崩壊可能土砂量が大きく、本研究においても最も総流出土砂量が大きく表れ、危険度の高いエリアであることが示された。

#### 5. まとめ

本研究で対象とした5エリアの内、1つは指定の土砂災害危険区域に近い挙動を示した。一方で、2つのエリアでは土砂災害危険区域よりも広範囲に渡る被害が示された。残りの2つのエリアでは土砂災害危険区域から外れて土砂が流出する可能性が示された。ただし、本研究では土石流が建物にぶつかった場合の挙動(角度等を踏まえた力の分散)を考慮していないこと、複数の溪流に対して一律の条件で危険性を評価していることを課題として挙げられる。

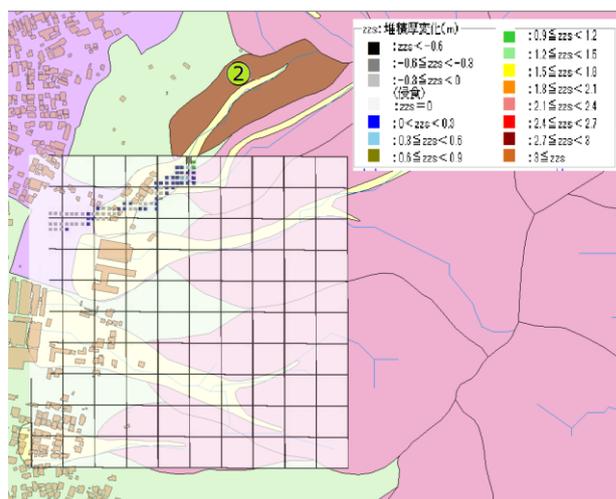


図2 計算結果 (エリア2)

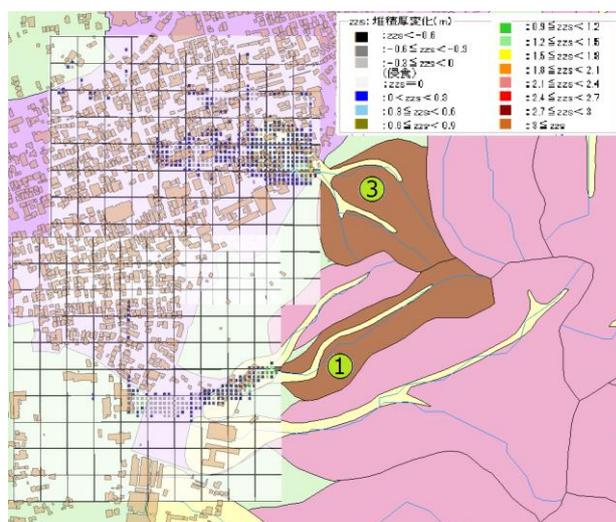


図3 計算結果 (エリア1, 3)

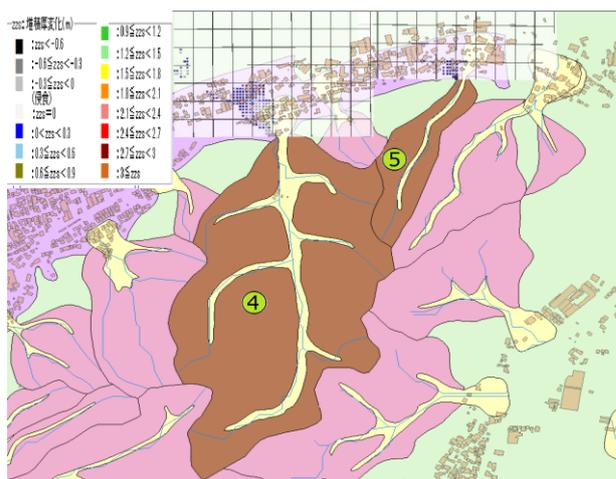


図4 計算結果 (エリア4, 5)

**謝辞** 本研究の遂行にあたっては、文科省のプロジェクト「三機関が連携・協働した教育改革」の支援を受けている。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省: 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編) 解説