

土石流の流動による地形変化に関する数値解析

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 竹内幹人

1. はじめに

山間の溪床部における堆積土砂は、集中豪雨等が誘引となって土石流化する。土石流は、谷口より下方の緩斜面領域では流動と共に堆積作用を開始する。これにより谷口より下方には、扇状地が形成される。

また平常時において谷口から表面流が発生すると、扇状地内には掃流による水路が、それより下方には掃流土砂による堆積地形が形成される。

本研究は土石流の流動と堆積作用および表面流による侵食と堆積作用をモデル化して数値解析を行い、扇状地の地形発達について検討するものである。

2. 数値解析手法

数値解析のアルゴリズムを図1に示す。解析条件においては、その上に土石流を流動させる原地形を辺長12.5mの正方形メッシュ区画上の標高の数値として与える。

谷口土石流は、谷口から発生する土石流であり、本解析では、谷口土石流の発生点は固定している。

表面流は谷口土石流と同一の点から発生させる。これは移動した各区画に対して洗掘作用を行う。表面流が谷口土石流の堆積域から脱出した時に洗掘作用は停止とする。そして今まで洗掘した土砂量を表面流の脱出した位置から扇端土砂流として発生させる。谷口土石流と扇端土砂流の流動と堆積に関する解析モデルは、前年度の報告¹⁾と同様である。

今回は、解析モデルにさらに洗掘作用を取り入れた。この基礎概念²⁾を以下に示す。

傾斜角 θ の溪床の堆積土砂の有効重量を W とし、堆積土砂の内部摩擦角を ϕ とすると、この堆積土砂が動きだそうとするのに対する抵抗力 R は：

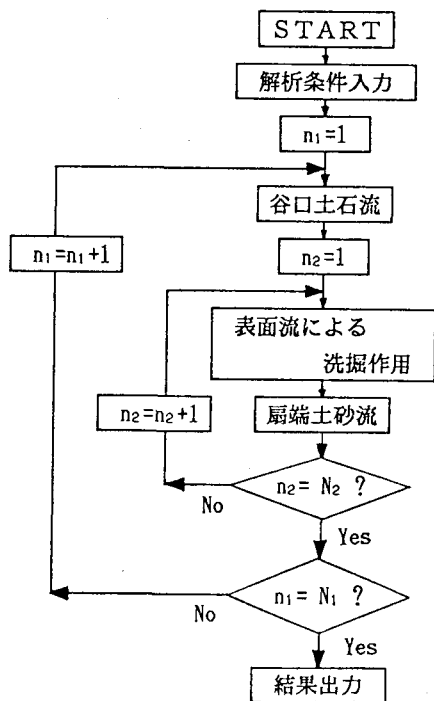
$$R = W \cdot \cos \theta \tan \phi$$

堆積土砂上に表面流が流下してきた場合、堆積土砂を動かそうとする力を T すれば：

$T \geq R$ の場合は堆積土砂は、すべて洗掘される。

$T < R$ の場合は T に対応した土砂量が洗掘される。

次に洗掘量の計算方法を述べる。表面流が図2に示すように区画 $A \rightarrow B \rightarrow C$ と順次移動する場合、区画 B での洗掘量は区画 A, B, C の標高 H_A, H_B, H_C の高低関係により決定する。すなわち区画の標高の高低関係を次の4種類に分類し、表面流による作用を仮定する。



N_1 : 谷口土石流の発生回数

N_2 : 表面流の発生回数

図1 数値解析のアルゴリズム

1) 吉澤・竹内：数値解析モデルによる土石流地形の基礎的研究，JSCE中部支部概要集，1989

2) 駒村富士弥：治山・砂防工学，森北出版，pp.127-130, 1978

① $H_A < H_B$ の場合

区画Bにおける洗掘作用は行わない。

今までの洗掘量を区画Aに $H_A = H_B$ になるまで加える。② $H_A = H_B$ の場合

区画Bにおける洗掘作用は行わない。

③ $H_A > H_B$, $H_B < H_C$ の場合

区画Bにおける洗掘作用は行わない。

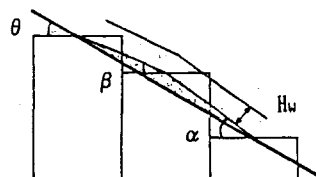
④ $H_A > H_B > H_C$ の場合

区画Bにおける洗掘作用を考える。

④の場合は、図2のように区画Bにおける渓床と堆積土砂

を仮定し水深 H_w の表面流が流下してきた時の区画Bでの洗掘量(D_H)を次式で求める。

なお解析条件で与えた原地形は、堆積土砂に比べて侵食されにくいと考える。そこで原地形が洗掘される土砂量は、堆積土砂の20%として解析を行う。



区画A 区画B 区画C

図2 堆積土砂の模式図

$$D_H = \frac{2\sin(\alpha - \theta)\cos\beta\sin\theta}{\cos^2\theta\sin(\alpha - \beta)} / ((\gamma_t/\gamma_w - n)\tan\phi - \gamma_t/\gamma_w\tan\theta) \cdot H_w$$

n: 堆積土砂の間隙比

 γ_t : 堆積土砂の単位湿潤重量 γ_w : 水の単位重量

3. 解析結果と考察

前年度¹⁾の谷口土石流を連続的に発生させる解析方法(a)と今回の洗掘作用を考慮した解析方法(b)について比較検討する。解析に用いる原地形は上下に連なる2つの平面状斜面の傾斜角が 20° から 5° に変化する凹地形である。(b)の解析において初めに谷口土石流で地形を形成し、その後図1のアルゴリズムに従い解析を行った。谷口土石流として発生させた土砂量は、(a)と(b)共に同量である。形成された地形を等高線間隔5mとして描いたものを図3-a, bに示す。

図3-bの解析結果からつぎの考察がなされる。①急斜面においては表面流の流路が形成されている。②(b)の扇状地は、(a)の扇状地と比べ広がっている。③流れ山地形が各所に形成された。これらは洗掘作用の効果によるものではないかと考えられる。また解析結果は洗掘作用を取り入れたことで実際の自然現象により近づいたのではないと思われる。

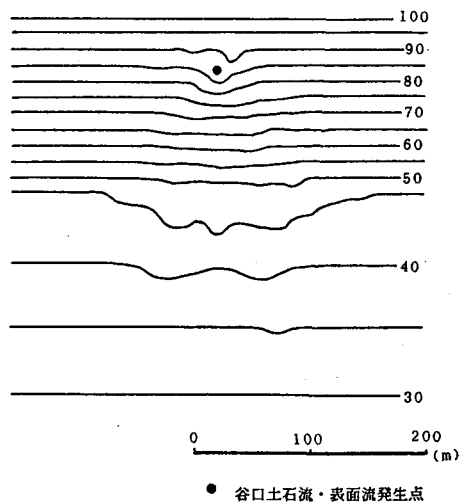


図3-a 谷口土石流のみの場合

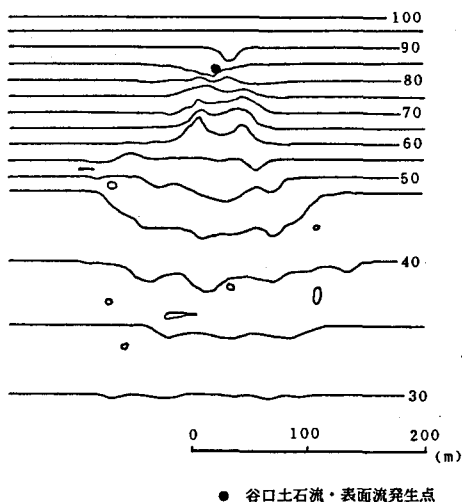


図3-b 洗掘を考慮した場合