

はじめに

筆者らは前に、Random Walk Model を使った扇状地における土砂堆積シミュレーションモデルについて、基本的手法を発表した(今村・杉田, 1979)。その後この方法を実作業に適用し、扇状地のカトレアの沢・曲山沢とその他の扇状地、岐阜県四ツ目川の扇状地等で実際の土石流の流出結果と対比させ検討した(一部は中筋・塚本・今村・青木・松田, 1980)。その結果、利用上の限界はあるが、扇状地での土石流堆積位置の詳しい予測手法の一つとして利用価値があることがわかった。

旧モデルは、土砂の流下方向を4方向だけの動きにしていたことから、モデル上での土砂遷移に多少無理があった。今回は土砂遷移方向を8方向にできるようにモデルを改良し、その結果従来よりかなり自然に近い堆積形(高頻度域)が得られるようになった。また、従来入力形式は地形図のメッシュ標高を読み取る方法だけであったが、実際には1/2500程度の地形図が未整備のところも多い。このためコンピュータ内蔵の解析図化機・フラニコンC-100を使って、空中写真から直接標高を読み取る方式もとり入れた。このことにより、地形図のない地域での解析が可能となった。

1. 8方向方式ランダム・ウォーク・モデルによるシミュレーションの方法

メッシュ地形図上で土砂が図-1のような進み方をする時、任意の一点から次の点への土砂の遷移確率: P_{α} は、 $P_{\alpha} \propto S(\alpha)$ (その方向の傾斜に比例)と設定すれば、図-2において $K_{S1} \sim K_{S8}$ までの8方向の遷移確率は $P_{\alpha} = 0.125 + 0.875 \sin \alpha$ (3) (α は進行方向への傾斜角度)で表わすことができる。

2方向の場合は図-2でわかるように、斜め方向 ($K_{S1} \sim K_{S4}$) は直角方向 ($K_{S5} \sim K_{S8}$) とは距離が異なるので、補正のために (1/2) を乗じて新たに $P_{S1} \sim P_{S8}$ を求めた。数回のウォークを繰り返す時、同一方向への進行は慣性力を考慮して (3) 式に慣性力 I_n を乗じて、 $P_{\alpha} = (0.125 + 0.875 \sin \alpha) I_n$ (4) とした。進行方向は電子計算機で乱数 U_i を発生させ、(4) 式で求めた $P_{S1} \sim P_{S8}$ の各々の P_{α} と U_i の関係によって決定した。 P_{α} と U_i の関係は、 $P_n = \text{Mod} (U_i / P_{S1} + P_{S2} + \dots + P_{S8})$ (5) で示される。こうして求めた8方向各々の進行比率は図-3のようになる。

シミュレーションを行うにあたっての初期条件(1)堆積物全体積(V)、2)平均厚(High)、3)メッシュ間隔(WiD)、4)メッシュ標高、5)加速係数など)および停止条件(1)与えたメッシュ以外に進もうとしてゐる時、2)指定回数のWalkを終了した時、3)障害物に到達した時など)は4方向式と全く同じである。

2. 4方向方式との比較結果

上記の方法によって桜島および扇状地カトレアの沢についてシミュレーションを実施したが、後者の結果について実際の堆積状況(図-4)をもとに、両方式の比較をした(図-5, 図-6)。4方向で不明瞭であった支溪Iと支溪IIの堆積分布区分が、8方向方式ではより区分しやすくなっているのを始め、横方向への堆積のパターンがより実状に近くなっている。4方向方式に比べて横方向への制約が小さくなることから地形条件をより反映した堆積分布を示していると云えよう。

3. フラニコフ C-100 の導入

フラニコフ C-100 は、空中写真から直接に測地座標を得ることができることから、地形図の整備されていない地域での地形情報^カが従来と比べて大いに簡単になる。さらに、従来困難であった水田や宅地等の標高の読み取りも容易になり精度の向上が期待できる。

4. 今後の問題点

8方向方式にすることによって、より自然に近い形で土砂を流下させることができた。この方法を用いて土石流の規模別にのみ堆積危険度の予測がある程度可能になったと云える。今後は、現象論的な実態把握を進めることによって、モデルの精度を上げていくとともに、利用面についての検討を行なうことが必要である。特に、施設による土砂堆積位置の変化の予測についてフラニコフ等の利用も含めて検討することは施設の効果を加味した土石流対策、施設配置計画を考える上で必要であると考えられる。

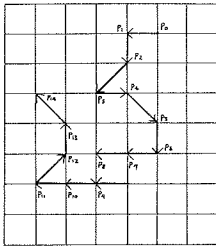


図-1 ヴェジシュ地形図上における流れの進行方向

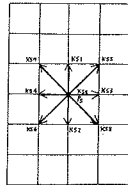


図-2 ベクトル方向図

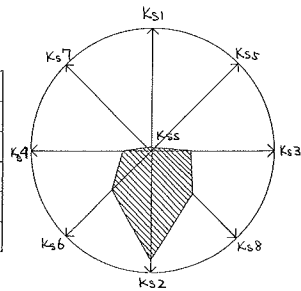


図-3 各方向への進行比率

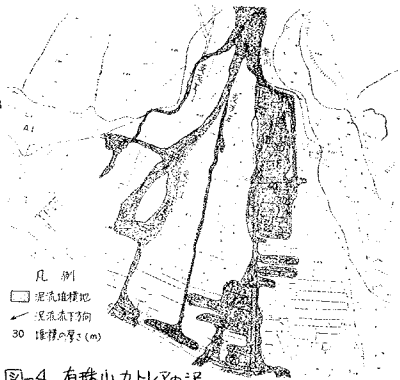


図-4 有珠山カトリアの沢における泥流堆積状況(1978年10月24日)

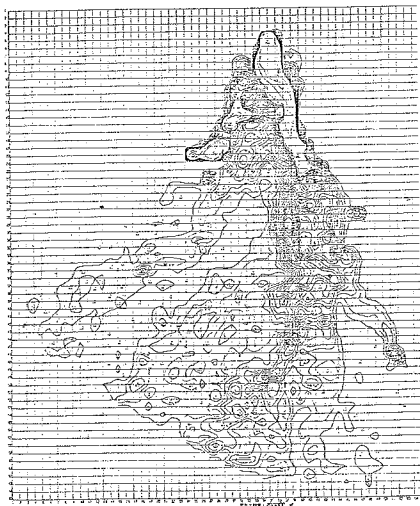


図-5 4方向方式による有珠山カトリアの沢のシミュレーション結果(堆積厚さのコンター図)

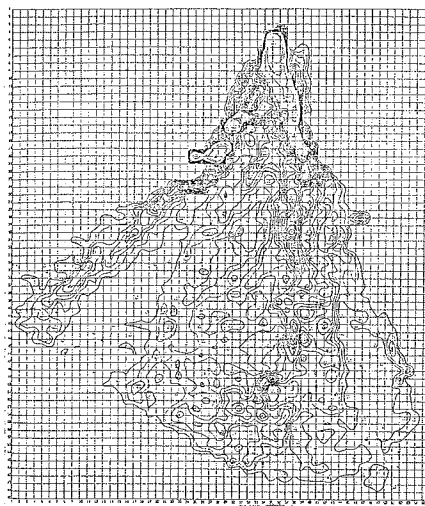


図-6 8方向方式による有珠山カトリアの沢のシミュレーション結果(堆積厚さのコンター図)