

数値地形モデルによる崩壊一流下-堆積域の予測について

神戸大学工学部 正 沖村 孝
 神戸大学大学院 学 國村 省吾
 神戸大学工学部 学○西尾 成夫

1. はじめに

過去、沖村・市川らは、山腹崩壊に着目し、地形を10m格子間隔で数値地形モデル化し、これを用いた崩壊発生位置についての研究を行ってきた¹⁾。本研究では、山腹崩壊発生後のプロセス、すなわち、山腹崩壊土砂が斜面を流下する間に水と混合して流動化した土石流の流下-堆積域の予測について考察を行った。従来提案されている流下・堆積モデルを参考にしながら、本研究では以下に述べる2つのモデルを用いて、数値地形モデル上でシミュレーションを行い、土石流による氾濫危険区域の推定法について考察した。解析対象地域は、昭和58年7月の豪雨により山腹崩壊や土石流が発生した島根県那賀郡三隅町とした。

2. 解析モデル

本研究では土石流が流下・堆積する場合の地形形状を明らかにするため数値地形モデル(10m×10mで囲まれた斜面を以後セルと称す)を作成し、各セルの中心標高及び傾斜を平面一次近似により求めた。次に、両モデルとも流下可能方向を図-1に示すように、任意のセルの周囲8方向、すなわち、 $K_{S1}, K_{S2}, K_{S3}, K_{S4}, K_{S5}, K_{S6}, K_{S7}, K_{S8}$ と停止を表わす K_{SS} とする。流下方向の決定方法は、Iのモデルでは、確率を用い、コンピュータで乱数を発生させて、その乱数と確率との関数により流下方向を決定するRandom Walk Modelの方法²⁾を採用した。

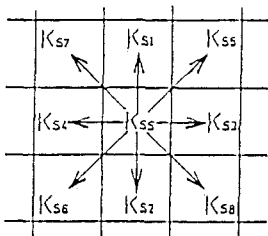


図-1 流下方向ベクトル方向図

IIのモデルは、流下部では図-2に示すように、土石流が上流側の傾斜 θ_u の斜面から流速 v_u 、流動深 h_u で下流側の傾斜 θ_d の斜面へ流下してきたと考え運動方程式と連続の式³⁾より下流側の8つの流下可能セルでの流速を計算し最速方向に流下して行くものとした。一方、堆積部は、高橋ら⁴⁾により提案された手法を用い、土石流の移動を各セルで x, y の2方向で考え、 x, y 方向について連続の式と運動量方程式を立ててそれらを差分で解き、土石流氾濫シミュレーションを行った。次に、本報では新たに削剝の考え方を導入する。この考え方は、図-3に示すように、表土層厚 D 、傾斜 θ 、土砂容積濃度 C_s の斜面に流動深 h 、土砂容積濃度 C_d の土石流が流下

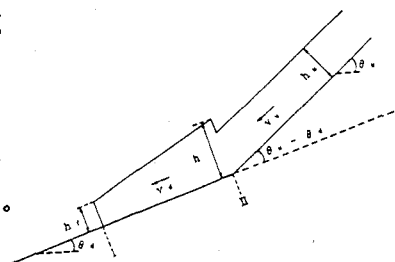


図-2 勾配変化点での土石流

してきたときの表土層表面下のせん断抵抗力 τ_L とせん断力 τ が等しくなる深さ l_L を求めその l_L を削剝深さとし削剝量を計算して土石流流量に加える。また、削剝深さ l_L を地盤高の減分として各セルの標高からこれを差し引いた。次に、堆積厚は、各セル間での流動深の差を堆積厚として標高に加えた。停止条件は、土石流が解析対象領域を越えて流下しようとした場合、土石流の流

Takashi OKIMURA Shogo KUNIMURA Shigeo NISHIO

量が0となった場合、土石流流体表面より回りの8セルの標高が高くなった場合、土石流の流速が0となった場合、土石流が最終堆積角の 4° 以下の斜面に到達した場合とした。

解析の手順は、①解析対象地を地形図より10m格子に分割し各格子点の標高を入力した数値地形モデルを作成する、②各格子点ごとに表土層厚を入力する、③土質定数・諸係数を入力する、④土石流の流量を計算する、⑤土石流の流下方向を決定する、⑥削剝するかどうかを判断し、削剝する場合は削剝深さを計算する、⑦堆積するかどうかを判断し、堆積する場合は堆積厚を計算する、⑧各格子点の標高を削剝深さ及び堆積厚を考慮して変更する、⑨停止条件により停止するまで④-⑧を繰り返す、⑩停止の場合流下及び停止セルより土石流の氾濫図を作る。

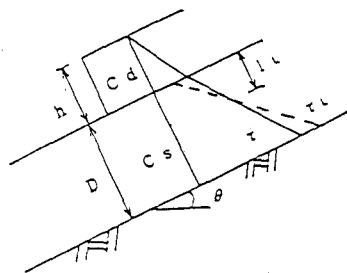


図-3 土石流下の表土層内のせん断応力分布

3. 解析結果

図-4に昭和58年7月の災害後の空中写真から判読した土石流の氾濫区域図を示す。入力データは、表土層厚については現地調査を行った結果より平均値を各格子点の値とした。また、崩壊源セルについては空中写真と現地調査を基に設定した。図-5にⅠのモデルによる結果を、図-6にⅡのモデルによる結果を示す。Ⅰのモデルによるシミュレーションでは、流下部では実際とは異なるが堆積域はほぼ再現できたと思われる。ⅡのモデルによるシミュレーションはⅠのモデルによるシミュレーションよりも再現性が高かった。将来、本報で提案したモデルを、山腹崩壊予測モデルと組み合わせることにより、豪雨による崩壊位置予測から土石流の流下・堆積域推定までの一連の予測が可能と考えられ、Ⅱの場合には災害危険図が作成できると考えられる。

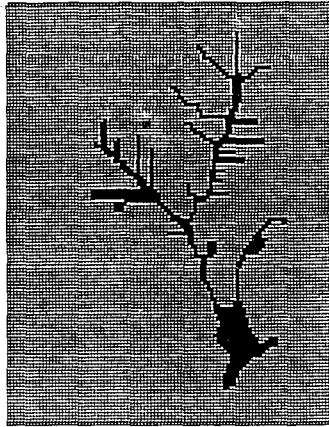
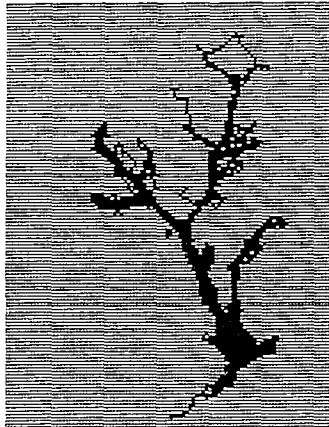
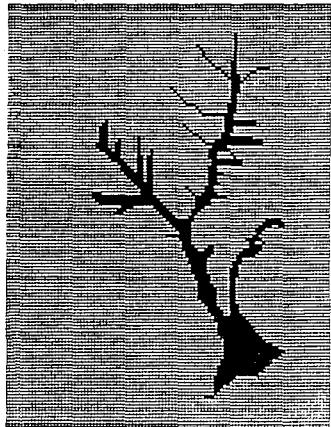


図-4 土石流の氾濫区域図

図-5 Ⅰのモデルでのシミュレーション

図-6 Ⅱのモデルでのシミュレーション

参考文献：1)沖村孝・市川龍平：数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法，土木学会論文集Ⅲ-3，pp.69-75，1985，2)今村遼平ほか：8方向方式のRandom Walk Modelによる土砂堆積位置のシミュレーションについて，新砂防，125，pp.16-21，1982，3)高橋保・吉田等：土石流の停止・堆積機構に関する研究（1），京都大学防災研究所年報第22号B-2，pp.315-328，1979，4)高橋保：土石流氾濫・堆積の数値シミュレーション，京都大学防災研究所年報第27号B-2，pp.1-19，1984