

数値地形モデルによる崩壊危険度予測図の作成について

神戸大学大学院 工学の市川龍平、神戸大学工学部 学 鎌谷有彦
神戸大学工学部 正 中村 孝

花崗岩地域において豪雨時に多発する表層崩壊が原因で毎年各地で災害が発生している。これらの災害を未然に防ぐためには、この表層崩壊が発生するであろう危険斜面を予知することが不可欠である。本研究は地形図から得られる情報を中心に用いて、花崗岩地域の広域を対象としての表層崩壊の危険度予測図を作成することを目的としている。

研究対象地域としては、現地調査が詳細に行なわれている岐阜県瑞浪市内の一流域（流域面積約11ha）を選んだ。縮尺1/500の地形図を基図とし、これを10m格子間隔で数値地形モデル化し、これを基礎データとしてすべて電算機処理によって以後の解析を行なった。図1はこの数値地形モデルによって描かれた研究対象地域のブロックダイアグラムである。崩壊危険度の評価は10m格子間隔で囲まれた各斜面（以後、これをセルと称す）を単位斜面とする。地形要因として重要である斜面の傾斜、集水性をセルごとに計算し、各セルで無限長斜面安定解析を実施し、流域内の相対的な危険度の評価を行なう。

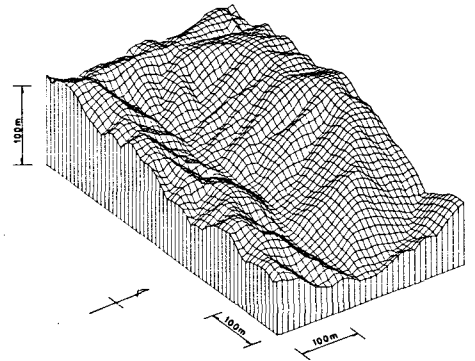


図1 研究対象地域のブロックダイアグラム

各セルの傾斜は、セルを構成する4格子点の標高から表土層厚（空中写真より明らかに存在しないとみなせるところはゼロ、その他は1.2mと仮定する）を差し引いた基岩標高を用いてセルを平面に近似し、その平面の最大方向の傾斜と定義する。

各セルの集水性は各セルの表土層内地下水位の時間変化として評価する。この地下水の集水モデルは、川谷¹⁾の山地斜面の地表流の流出解析モデルの考え方をもちに、これを地下水の流れに応用したもので、連続の式(1)およびダルシー則(2)を基礎とする。

$$\lambda \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r \quad \text{----- (1)}, \quad q_x = h k I_x, \quad q_y = h k I_y \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 h は表土層内地下水位、 q は単位時間当りの単位幅流量、 I は動水勾配、 r は有効降雨強度、 k は透水性係数、 λ は有効間隙率、添字 x, y はそれぞれ方向の成分を表わす。これを図2のように近似し、(3)、(4)の近似式を得る。

$$h^{(t)} = h^{(t-1)} + (q_1 + q_2 - q_3 - q_4) / \lambda a + r / \lambda \quad \text{----- (3)}$$

$$q_i = h^{(t-1)} k I_i, \quad (i=1 \sim 4) \quad \text{----- (4)}$$

ここで、 $h^{(t)}$ は時刻 t におけるセル中心の地下水位、 $h^{(t-1)}$ は単位時間後のセル中心の地下水位、 a はセル一辺の長さである。これによ

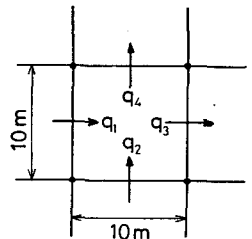


図2 セルにおける地味の流れ

Ryūhei ICHIKAWA, Kunihiko KAMATANI, Takashi OKIMURA

って各セルの地下水位の時間変化を定義する。なお動水勾配 I は隣接セルとの基岩勾配とする。

各セルの危険度を評価するモデルとして、次式(5)で示される無限長斜面安定解析モデルを採用する。

$$SF(t) = \frac{C_s + C_r + \{ (\gamma_{sat} - \gamma_w) H_{ur}(t) + \gamma_s (H - H_{ur}(t)) \} \cos \beta \cdot \tan \phi}{\{ \gamma_{sat} \cdot H_{ur}(t) + \gamma_s (H - H_{ur}(t)) \} \sin \beta \cdot \cos \beta} \quad \text{---- (5)}$$

ここで、 $SF(t)$ は時間ごとの安全率、 C_s は土の粘着力、 C_r は根系による粘着力、 ϕ は土の内摩擦角、 γ_s は土の潤潤単位体積重量、 γ_{sat} は土の飽和単位体積重量、 γ_w は水の単位体積重量、 H はセル中心の基岩面からの表土層厚、 $H_{ur}(t)$ は時間ごとのセル中心の表土層内地下水位、 β はセルの基岩傾斜、である。

土質工学的諸量は花崗岩地域の代表的な値を調査地内で一様として用い、まず降雨のない初期状態 ($H_{ur}(0) = 0$) で安定解析を行なう。この状態で安全率が1を切るのは実際と矛盾するので、この場合は調査地内の最低の安全率を示すセルで安全率が1.05となるよう C_r を補正係数として用い、この値を全セルに一様に加算する。この結果得られる各セルの安全率が各セルの潜在的な崩壊危険度を示すものとなる。次に、予測にとっては適していると考えられる一定降雨強度の雨を調査地内で一様に長時間継続させる。この結果、安全率が1を切った時間の違いによって各セルの崩壊危険度の評価を行なう。図3はこの方法によって得られた崩壊危険度予測図の一例である。太くで囲まれた部分は実際に崩壊が発生したセルで、よく適合していることがわかる。したがって、このような手法で広域な花崗岩地域の全斜面を対象とした豪雨による表層崩壊の危険度予測図の作成が可能であると考えられる。

おわりに、本研究は昭和55年度文部省科学研究費自然災害特別研究(2)(代表 神村)の補助を受けたもので、ここに記して謝意を表します。

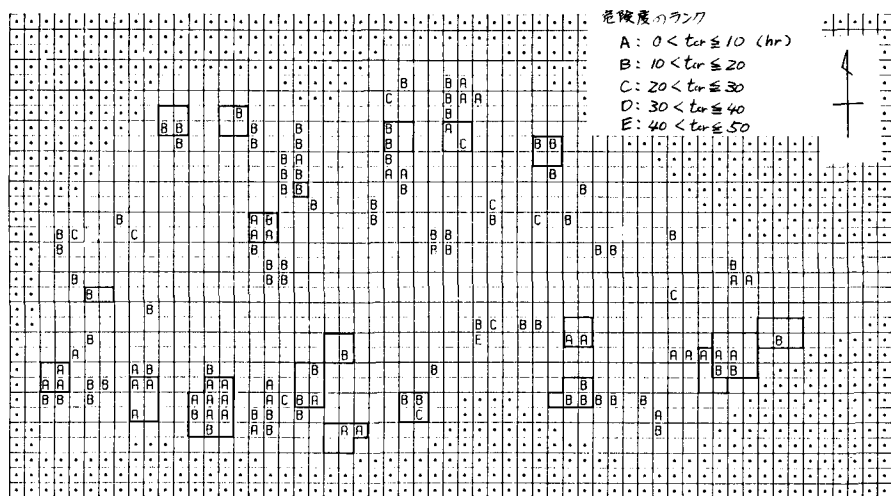


図3 崩壊危険度予測図の一例

参考文献: 1) 川谷 健: 地形変化と降雨流出, 地形変化の数量的予知に關する研究連絡報告書 FR87-72, 1982