

(51) 山地崩壊発生危険度の確率的評価に関する研究(Ⅲ)

一 生起確率および要因の計量化 一

愛媛大・農 ○小川 滉

1. まえがき

前報¹⁾において、提案した発生モデルおよび生起確率の評価方法について、訂正を含め、評価に必要な要因の現地における計量化をおこなったので報告する。

2. 斜面崩壊発生モデル

斜面崩壊の発生モデルとしては、前報と同様に雨水の浸透流により表層土層が飽和することによって、崩壊が発生するモデルを考える。このモデルの地形的要因としては、図-1に示すように、斜面傾斜角(θ_i)、 θ_i をもつ斜面長(l_{oi})および表層土層厚(D_{Si})である。このようなモデル斜面に降雨量(R_i)を与えた場合に生じる表層土層の飽和に関係する要因としては、浸透流の運動則を規定する透水係数である。また、土質的に粘着力、内部摩擦角、傾斜角等によって崩壊の発生しあり土層厚を b_{ci} とする。

3. 崩壊生起確率

まず、図-1に示すような斜面(L_j')について、 l_{oi} の斜面の生起確率を求める。 l_{oi} の斜面下流端における浸透流有効水深(h_{aci})によって飽和された表層土層厚(D_{Si})が崩壊すると仮定してある。そこで、 θ_i に対する D_{Si} の関数関係として、 θ_i の変換変数($2\cos\theta_i - 1$)をもつりて、(1)式を考える。

$$D_{Si} = a(2 \cos \theta_i - 1) \quad (1) \quad (0^\circ \leq \theta_i \leq 60^\circ)$$

ここで、 a は D_{Si} の平均値をもつるパラメーターであり、現実の山林地では、 D_{Si} のバラツキを考慮しなければならない。そこで、 a の確率密度関数を $g(a)$ としておこうことによって、 D_{Si} の確率密度関数 $G(D_{Si})$ を、(2)式で与えようとする。

$$G(D_{Si}) = g(a)/(2 \cos \theta_i - 1) \quad (2)$$

また、 h_{aci} による飽和土層厚 D_{ci} は(3)式で、崩壊発生の土層厚の範囲は、(4)式で与えられる。

$$D_{ci} = h_{aci}/\varepsilon_e \quad (3) \quad (\varepsilon_e : \text{有効空隙率})$$

$$b_{ci} \leq D_{Si} \leq D_{ci} \quad (4)$$

それゆえ、 l_{oi} の崩壊生起確率 $P_{ri}(l_{oi})$ を、(5)式で与えることができる。

$$P_{ri}(l_{oi}) = \int_{b_{ci}}^{D_{ci}} G(D_{Si}) dD_{Si} = \int_a^{a_2} g(a) da \quad (5)$$

$$= \text{で}, \quad a_1 = b_{ci}/2\cos\theta_i - 1, \quad a_2 = D_{ci}/2\cos\theta_i - 1$$

つきに、 L_j' について、 l_{oi} の個数を N とすると、 l_{oi} で生起しない確率は、 $(1 - P_{ri}(l_{oi}))$ であり、 l_{oi} の*i*=1~Nまで全てで生起しない確率は、 $(1 - P_{ri}(l_{oi})) \cdot (1 - P_{r2}(l_{o2})) \cdots \cdots (1 - P_{rn}(l_{on})) = \prod_{i=1}^N (1 - P_{ri}(l_{oi}))$ であるので、 L_j' についての崩壊の生起確率 $P_{rf}(L_j')$ は、(6)式で与えられる。

$$P_{rf}(L_j') = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_{ri}(l_{oi})) \quad (6)$$

さらに、流域全体における崩壊生起確率 PW は、 L_j' の流域における生起確率を PL_j' 、 L_j' の個数を M として、(7)式で与えられる。

$$PW = 1 - \prod_{j=1}^M (1 - P_{rf}(L_j')) \quad (7)$$

4. 表層土層厚の計量化

このモデルでは、表層土層厚の計量化が最も重要な問題であるので、(1)式および(2)式の $g(\alpha)$ について現地調査を実施した。

調査地は、愛媛県重信川流域で、地質は、花崗岩、砂質岩、結晶片岩等の複雑な地質構造をしている。流域内の土地断面調査を、森林として、スキ、ヒノキ、広葉樹等の木々3種で、約200箇所を実施し、 θ_{si} と、(A層+B層)の厚さとを考えて、(1)式との関係をみると、図-2のようであり、(1)式の適用が可能であるといえよう。つぎに、同流域内の石手川上流愛媛大学米野々演習林岩屋小屋森林理水試験地内において、簡易貯留試験機で、土層厚(A層+B層と考えられる)を計測した結果について、 $g(\alpha)$ の分布形を推定するためには、ヘーゼンプロットで対数正規確率紙にプロットすると、図-3のようである。傾斜角を資料数の関係もあり、 $34^\circ \sim 40^\circ$ と $40^\circ \sim 48^\circ$ に分けたが、いずれも対数正規分布とみなしてさしつかえないと考えられ、近似的に同一分布形とみなすとしたが

5. 適用について

f_{bcj} の算定は、plastic wave法で可能であり、非線形冲積流モデルとして、water-path モデル²⁾をもちいることができる。降雨量(R_{it})については、確率的に設計ハイエトクラフを作成できる。 θ_{si} 、 θ_{bi} は、地形図を利用すれば計測できること、 L_j の生起確率は、現地における実際の発生率との対応を考えうるまでの問題点を含んでいる。

また、 b_{ci} 等解決しなければならない問題も多い。さらに研究を続ける必要がある。

参考文献

1) 小川; 九大論報, 1~50, 1977,

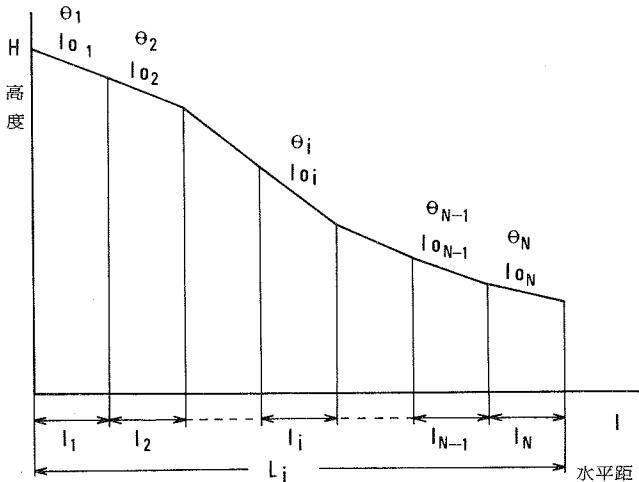


図-1 モデル化斜面

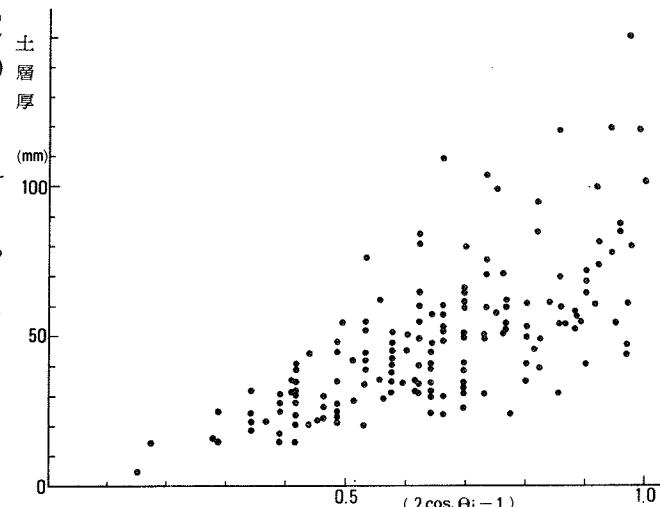


図-2 土層厚と斜面傾斜角の関係

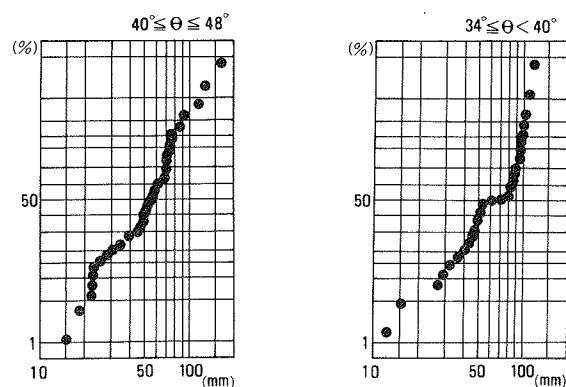


図-3 土層厚のヘーゼンプロット