

植生評価による崖崩れ予知と自主防災

(有) 秋山調査設計 秋山健一郎

1. はじめに

昭和 51 年小豆島は記録的な集中豪雨により小豆島町木庄地区においても土石流による多大な被害を被った。豪雨災害が増加するなか自主防災は重要な課題であるがこれを機能させるには的確な予測が欠かせない。木庄地区では防災に積極的に取り組んでおり、今回は連続雨量に応じた崖崩れをシュミレーションし被害予測を行ったのでこれを報告する。

2. 表層崩壊の予測手法

過去の分析^{※1}によると崩壊要因の第1位は地被物で第2位は表土層厚である。表土層厚と基盤勾配との積を不安定要因と考え一方、樹種係数と樹齢の積を安定化要因とし、両者の差を不安定度とする。木の生長により斜面は安定化に向かうが、表土が限界層厚に達すると斜面は亀裂を生じて表土はブロック化する。雨や地震で重心が上昇して土塊が変位し、それが 10cm を越えると、すべり面が形成され斜面は短時間で崩壊すると考えられる。

不安定度(K) = 崩壊要因(A) - 安定化要因(B) … 式 1

崩壊要因 (A) = $\{ \alpha \cdot \tan \theta \cdot (D \cdot \delta \cdot X \cdot x + \beta \cdot P \cdot Y \cdot y) \}$ … 式 2

安定化要因 (B) = $\{ (\lambda \times \mu) + \tau \}$ … 式 3 : 地表変位量 $\varepsilon = K^2$ … 式 4

α : 断面形状係数 β : 平面形状係数 θ : 基盤傾斜角(度) D : 表土層厚 $[1/\tan \theta \text{ (m)}]$

P : 連続雨量(mm/200) λ : 樹種係数 μ : 樹齢係数 τ : 土塊間の付着力係数 ε : 地表変位量(cm)

δ : 緩み度 X : 地質定数 Y : 年間雨量に基づく水文定数 x, y : 場の不確定数

雨で土塊重量が増加し重心が上昇すると見かけ層厚が限界 ($A-B>0$) に達し引っ張り力 T を生じる。亀裂は最初表土の厚い部分に生じ、各土塊の動きとして上方へと波及する。(図1) 基盤傾斜角 θ は地質断面や地形から求める。表土層厚は経験的に $1/\tan \theta$ と見なして自動入力する。このとき土塊の安定度は亀裂間隔の逆数 X (地質定数) と場の不確定数 x を乗じた構造係数 $X \cdot x$ で決定される。崩壊の引きガネは Y (雨量定数) に y を乗じて求める水文係数 $Y \cdot y$ と連続雨量との積である。 x, y は不確定数で変位履歴から逆算するが不明な場合は 1 とする。

緩みは簡単に累積し発生の数年後にわずかの雨で崩壊する場合もあるので注意が必要である。通常 $\delta = 1$ であるが変位が算出されたり現地に亀裂がある場合に ε (cm) の 0.1 倍を基本量の 1 に加えて δ とする。変位量が 8 cm の場合は $\delta = 1.8$ である。 δ の増分は 1 年で半減するので 1.8 だと翌年は 1.4、翌々年は 1.2 に減少する。 $\varepsilon > 10\text{cm}$ を崩壊と判定するので δ は 2 以下の値である。^{※2}

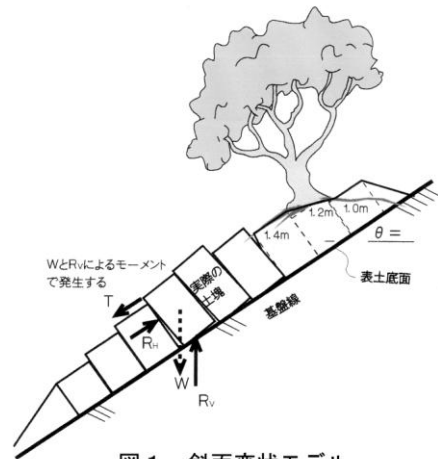


図1 斜面変状モデル

3. シミュレーション結果

木庄川の西の右岸側下流部をA区域、右岸中流から上流にかけてB区域とする。左岸側斜面の上流部および中流部をC区域、同下流部をD区域とする。連続雨量 200 ミリではまだ崩壊斜面はみられない。

連続雨量 400 ミリを越えるとD区域の丘陵部の一部が崩壊する。S51 災の時に斜面上の畑が泥沼ようになったと近くの人が証言している。

600 ミリでは上側の池上流部斜面が崩壊する。S51 災の時にも斜面崩壊を生じ池に土砂が流入して池が決壊した。またB区域中央部谷頭でもいくつかの崩壊が発生し小規模な土石流が発生しよう。現状では砂防ダムが機能しているので大部分の土砂はダム内に堆積すると考えられる。また下流域A区域の丘陵地の一部斜面が崩壊する。

800 ミリではA区域での崩壊が目立ちまたB区域上流部での崩壊密度が急激に高まる。土砂の多くはダム堆砂域に堆積しようが、一部の土砂はダムを越えて下流部民家に達する恐れがある。

連続雨量 1000 ミリになると、災害の様相は一変する。上流域で崩壊が多発し規模も拡大、集落は大きな被害を受ける危険がある。



図2 連続雨量 800 ミリの被害予想

4. あとがき

連続量 300 ミリより個別に避難が必要になる。連続雨量が 600 ミリを越えると崩壊は増えるので多くの民家で避難が必要になる。避難場所は①～③の尾根の先または浄水場の 2 階以上④である。そして 800 ミリを越えると土石流発生し一部が民家に到達する恐れがある。危険斜面直下の住居や重要施設には簡易な斜面警報装置※³を設置することが望ましい。また降雨後に住民は斜面を点検しデータを検証し、特に亀裂や植生の異常など緩みの有無を点検し係数を修正する必要がある。日頃から木の間伐などの手入れを行い、林業の防災他、環境保全効果を経費換算し地元還元し小規模発電や有機燃料プラント等を整備できないだろうか。エネルギー供給などの有利な条件で高潮や津波の被害にあいやすい臨海部の企業を誘致することで自立度の高いコミュニティーが中山間地に生まれよう。

<参考文献>

※1：土質工学ハンドブック「(土質工学会) 1982

※2：平成 22 年度砂防学会研究発表会概要集「森林植生を評価した表層崩壊予測手法の開発」

※3：平成 21 年度砂防学会ポスター発表「電源供給を必要としない斜面崩壊警報装置 (BMS) の開発」