

## PII-05 表層崩壊モニタリングシステムの現地適用に関して

東京大学大学院 ○杉崎友是 執印康裕 鈴木雅一

### 1. はじめに

自然斜面における崩壊の発生機構を解明するためには崩壊発生に至るまでの土壌水分状態変化、地下水位、斜面変位等各プロセスの経時的变化の把握とそのメカニズムの解明が不可欠である。これまで崩壊の基礎資料を得る目的で、人工降雨装置を用いた大型室内崩壊実験もしくは実スケールに対応した現地崩壊実験がなされてきた。しかしその一方で現実の自然降雨による自然斜面における崩壊現象の観測はその突発性、非再現性から殆んどなされていない。そこで、崩壊を助長する皆伐施行後の、崩壊発生の蓋然性が高いと考えられる斜面を観測対象とし、崩壊を一連の事象として捕らえることができるようなシステムの構築を目指し、観測手法の開発と適用を進めている。ここに、これまでの成果を報告する。

### 2. 観測対象地概要

観測対象とした斜面は、千葉県房総半島南部に位置する東京大学農学部附属千葉演習林の袋山沢水文試験地内に設定した。本試験地は対照流域法の実行に適した流域として 1992 年から観測が開始され、十分なデータの集積を待って 1999 年 1 月から 4 月にかけて並存する A, B 2 流域のうちの B 流域で皆伐が行なわれた。伐採当時の植生は 70 年生のスギ・ヒノキ林であった。皆伐初年度は一年生草本類がまばらに生える程度であったが本年度初頭に植林が行なわれ、また夏期には斜面全体が草本類に覆われた。観測斜面の設定には表層土層厚調査及び多平面安定解析の結果を基に流域内で崩壊の危険性が高いと考えられる斜面を選定した。本斜面は新第三紀層清澄砂岩層に分類され、水平長 25.1m, 比高 23.0m, 平均傾斜 42.6° 北向き 0 次谷斜面である。袋山流域と対象斜面の位置を図 1 に、斜面の断面プロファイル及び現時点での観測機器の設置状況を図 2 に示す。

### 3. 観測機器概要

突発的に発生する自然斜面における崩壊のモニタリングシステム確立のためには崩壊に至るまでの長期安定作動の保証が求められる。さらに地すべり、土石流に比して発生箇所の特定が困難であることから多点観測が可能な安価なシステムであること、さらに移動現象が瞬間的であることから画像記録システムを取り入れることが必要であると思われる。表 1 に必要と思われる観測項目を記す。

表 1 : 表層崩壊モニタリングシステムに求められる観測項目

観測項目	過程	計測機器	目的
気象観測	降雨過程	転倒ます式雨量計	入力降雨の測定
		貯留式雨量計	補正・バックアップ
地下水文観測	浸透過程	テンシオメータ	土壌水分状態変化の測定
		最高水位計	各測点における地下水位の測定
		地下水位計	地下水位変動の測定
地表面移動観測	崩壊過程	伸縮計	地表面変位の測定
画像観測		ビデオカメラ	崩壊画像の獲得

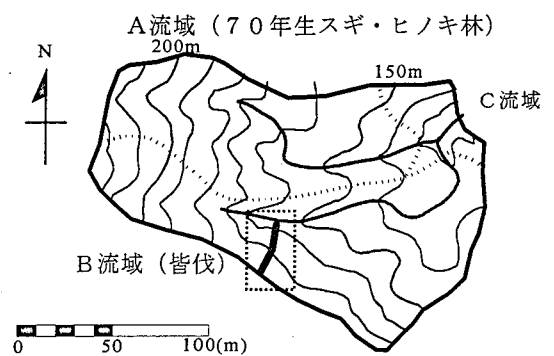


図 1 袋山流域と対象斜面

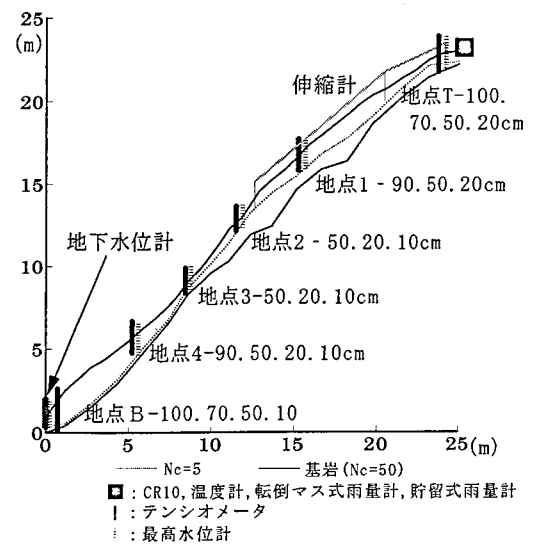


図 2 斜面断面プロファイル及び観測機器の設置状況

本研究では観測目的に応じて以下の測器を対象とする斜面に設置し、自記観測および週に一度の定期観測時のアナログ観測を行なっている。自記観測は2台のCR10X-1Mにより5分毎に測定。1ヶ月間以上のデータ保存が可能である。データロガー末端の配線は急激な力が加わった場合にコードが切断される構造をとっており、本体はステンレスワイヤーにより固定されている。これらにより崩壊発生時のロガーの流亡は防げると考えられる。電源は、商用電源が得られないため、自動車用バッテリーを定期的に交換することで対応した。

- ① 転倒ます式雨量計、貯留式雨量計：斜面最上部にて観測、前者の自記はKADEC-UPによる。
- ② テンシオメータ（6地点3～4深度、20ポイント）：内挿外挿により斜面谷筋における断面プロファイルの土壤水分状態把握が可能となるように観測ポイントを設定。各地点最深のポイントは難透水層上である。
- ③ 最高水位計：土壤水分測定点に併設。アナログ観測。攪乱を防ぐために小口径のものを用いた。
- ④ 地下水位計：斜面末端に設置、テンシオメータにより正圧を自記することとした。
- ⑤ 伸縮計：クリープ現象、崩壊過程における土塊の移動状況の測定。ポテンシオメータにより変位を計測、ただし毎秒1mm以上の変位が発生したときは記録。
- ⑥ 温度計：CR10X内蔵の銅コンスタンタン温度計により測定、気温による伸縮計ワイヤーの変位を補正。

#### 4. 観測結果

- ① 土壤水分状態変化：夏期の乾燥時には地表面蒸発および蒸発散による圧力水頭の日変化が顕著に見られたが冬期においては不明瞭であった。降雨発生時には湿潤前線は表層から深部に伝達されるため、表層に近いほど降雨に対する圧力水頭変化の応答は早いものとなっている。流域近傍から採取した土壤サンプルにより得られた土壤水分特性を用いて浸透計算を試みたが、観測点における透水特性分布等の不均一性を考慮していないため十分な結果を得ることは出来なかった。テンシオメータは、読み取り機によるアナログの観測を定期的に行なうことによりBOX・ポーラスカップの破損等による不調を監視し、長期の安定したデータの取得に努めている。
- ② 地下水位：自記によるデータは、定期観測時にアナログにより測定される現在水位・最高水位との比較を通して良好な対応が得られている。降雨開始により地下水位は上昇し、降雨強度に敏感に反応、その後緩やかに逡減していく様子が観測された。斜面の土壤水分の乾燥に伴って水位が減少していく様子は斜面における雨水貯留状態との対応を表していると思われる。
- ③ 伸縮計：ポテンシオメーターのプリーととの相性からインバー線ではなくステンレスワイヤーを用いているため温度による伸縮変位が見られる。長期にわたる斜面の微小な変位の計測は現段階においては困難であるが、崩壊時の急激な変位の計測は十分可能であると考えられる。

#### 5. 今後の課題

表層崩壊の発生を精度良く予測するためには、自然斜面の土壤特性（選択的な水みちの存在や透水特性の空間分布といった土質構造の不均一性を示唆するもの）を反映した浸透計算モデルと安定解析モデルの構築が必要である。また降雨浸透過程は初期土壤水分状態、降雨特性によっても大きく異なると推測されることから、観測されたデータをもとにそれらに見合ったモデルの作成を試みる必要があると思われる。

画像モニタリングシステムの導入を、現在検討中である。導入にはソーラーバッテリーシステム、自動録画装置、トリガー、カメラハウジング等の併設が最低限必要となる。市販のデジカメを用いたトリガーラン式の集中観測と、タイムラプスビデオを用いたインターバル式の長期観測の併用が望ましい。経済的効率性を優先させるが状況に応じて夜間撮影を可能にする赤外線投光機(画質は日中に比べ低下)、遠隔画像監視端末装置の投入などを考えたい。