

日浦啓全○潘 暁波 高知大学農学部  
谷岡孝雄 鍋島哲彦 高知県安芸土木事務所

はじめに 平成10年6月18日に高知県安芸郡安田町の与床地区において地すべり性崩壊が発生した。図1にその位置を示すが、斜面は県東部を流れる安田川に面した東向き斜面であり、県道の拡幅工事にともない掘削された斜面にはロックネットが施工されていた。ネットの高さは平均で30m程度であり、この高さ付近までは四万十層の露頭がみられていた。地層の走行はほぼ東西で北に向かって約65度の傾斜をもった、砂岩勝ちの砂岩頁岩互層の地層である。斜面中腹の露頭より上部は35年生のスギの植林に覆われていた。地形的にみるとネットの切れる付近より斜面上方にかけては凹状の地形をなしており、崖錐性の堆積物に覆われていることが推定できた。斜面傾斜は中央部(ネットの少し上方)で約45度、さらに上部では約50度の急斜面である。県道の標高はおよそ100m、大崩壊は標高160m付近の大転石の崩落に始まった。崩壊という言葉から通常想像するような、樹木を載せたまま土塊が一体となって落下するという様子は見られず、砂場で砂山を作っておき、両手で砂を少しずつ掻き出すような形での土砂の移動が起こり、これが斜面の上方に波及していき、最終的には標高195mの地点にまで達した。崩壊の幅は約55m、厚さは最大で約9mの規模で、崩壊土砂量は推定で1万 $m^3$ 程度と見込まれる。主なイベントは同日の11:47-12:54の2時間程度の間起こった。6月4日には斜面中部に引張クラックが発見され、それが順次拡大、延長するという前兆現象が観測されたため、伸縮計の設置やビデオカメラでの撮影が行われ、崩壊の瞬間の貴重な記録が得られた。その一部についてはテレビを通じて全国に放映された(写真)。伸縮計の設置およびビデオでの映像記録の撮影については高知県安芸土木事務所が指導的な立場で積極的に推進した。筆者らは伸縮計の記録の解析、崩壊後の現地調査と室内実験を行った。室内実験ではビデオ記録に見られた特異な、樹木の崩落の様子をモデル化すべく実験を行った。ここでは室内実験の一部についてその結果を第1報として報告する。

1. 崩壊の機構と樹木の転倒 図2には斜面の基岩の構造と斜面上の樹木(スギ)の幹および根の形状を示す。斜面はいわゆる「受け盤」であるが、地層の走行方向に直行する方向の節理の発達も著しく、見かけ上は流れ盤とみなせるような節理(シーティングジョイント)が発達している。一方、傾斜が急なため表土の発達は十分ではない。樹木は鉛直方向に植栽されるが、表土が少しずつ圃行することと、生育にしたがって自重が重くなるのに抗して谷側にはらみ出すような形状(図3)をもつようになる。それと同時に根の形も図のように斜面上方に手を差し伸べるような形をするようになる。斜面下方に対しての支持となるような機能を持つ根の発達は十分ではない。

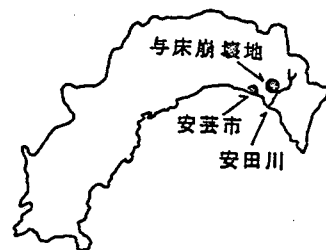
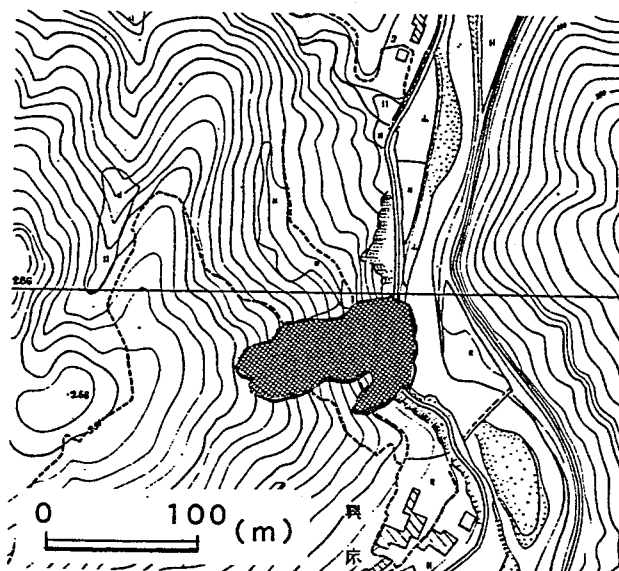


図1 与床崩壊地の位置図

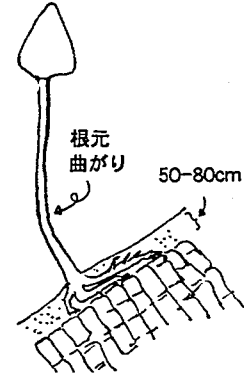
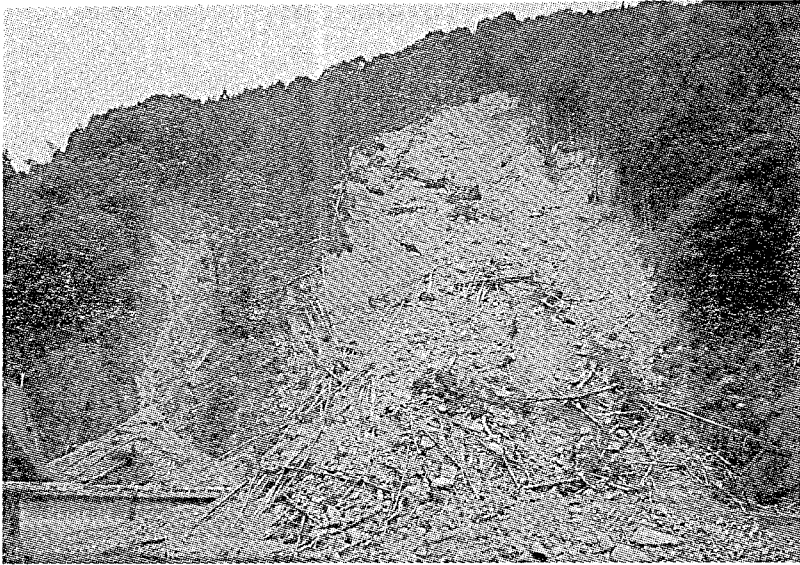


図 2 斜面上の樹幹  
および根の形状と  
基岩の様子(薄い表土  
と亀裂に富む基岩)

2. 実験および結果 図2に示したような樹木の模型を針金で作り、ビデオ撮影されたような挙動をするための条件がどのようなものであるかを模型水路を用いて実験した。水路は20cm×15cm×100cmの木製水路を用いた。水路の底には粗度となるようにサトペーパーを貼り付けた。実験因子は1)土の締め固め密度、2)水分条件および3)植栽条件(樹木模型の有無)である。実験は1)水路内に所定の密度で砂を詰め、2)水路を所定の角度に固定し、3)水路の下流端を解放する。その後、4)水路の傾斜角を大きくしていきながら、水路の角度と土砂及び模型樹の挙動を観察する。という手順で行った。なお、実験に用いた砂の安息角は35度である。

図3では斜面上のほとんどの砂が流下する時点の水路の傾斜角度を比較している。実験に砂を用いたのはビデオ映像からのイメージに依っている。砂を手で固めて斜面上に置いた時に、構成している一つ一つの粒子がばらばらとなって個々に動き出す。それを再現することを試みた。「表面に水の状態」は締め固めた砂層の上面にスプレーで水を吹きかけたもので、この場合は表面に毛管力による板状の構造ができる。しかしながら、盤の下方の砂層が順次流下するのでついには上面の構造が破壊され、上方へ崩壊が波及する。図3(1)でみると、砂だけの場合も模型樹のある場合も水分状態には依らないが、あえて言うならば、乾燥状態ほど模型樹の存在が危険側の状態を作っている。図3(2)-(4)からより詳しく見ることができる。土層の締め固め密度から見ると密度の高いほど、粒子のかみ合わせの効果と水分の効果による土層の安定(砂が動き難い)が発揮されている。模型樹は、すべての場合に前方(谷側)に向かって倒れた。現実の斜面では植栽されているスギの他に、下草もあり表層の水分状態も実験の時のように単純ではないが、一応の再現が可能となった。

