

京都大学防災研究所 ○堤大三・藤田正治
 京都大学大学院工学研究科 宮寄俊彦

1. はじめに

三重県宮川村（現大台町）の宮川流域は、2004年9月29日に台風21号にともなう豪雨にみまわれ、宮川村明豆では5時から11時までの連続降雨量が318mmに達した。このため宮川本川および支川流域に、多くの崩壊、土石流などが発生して多大な被害が生じ、死者行方不明者は7名に達した。これについては、林ら（2004）が詳細に述べている。

崩壊等の土砂移動現象に対する流域単位のハザードマップを作成するための研究や技術はある程度のレベルに達していると考えられるが、個々の斜面の詳細な崩壊条件・プロセス・危険性等の解明は、まだ不十分であると思われる。今後、そのような情報も提供できるようにハザードマップを高度化する必要がある。本研究では、このような観点から、三重県宮川村での特徴的な崩壊・土砂移動現象を題材にして、崩壊プロセス、土砂移動プロセス、地下水の集水構造などに関する現地調査を行なった。本発表では特に、斜面崩壊発生に及ぼす基岩形状の影響について数値シミュレーションによって解析した結果について報告する。

2. 宮川村における土砂災害

2.1 災害の概況

宮川流域では多くの崩壊や土砂移動現象が起こったが、その特徴の一つは、直線型または凸型斜面に崩壊が多く見られることである。これは降雨がいかに強かったかということ表している。図1に、9月28-29日の時間降水量の変化を示す。ピーク雨量が120mm/hrを越えている上、総降水量は750mmに達していることから、当時の雨の強さが裏付けられている。災害後に調査した斜面崩壊や土砂移動現象のうち、崩積土層が影響していると思われるものや基岩構造の形状が影響していると思われるものがいくつか見られた。それらの内、ここでは宮川貯水池下流部における斜面崩壊を取り上げ検討する。崩壊斜面の位置を図2に示す。

2.2 宮川貯水池下流部における斜面崩壊

調査時に撮影した斜面の状態を写真1に、簡易測量により得られた斜面形状を図3にそれぞれ示す。調査によると、下端から斜面中腹までは基岩が凹状を呈しており、斜面上部から崩壊地点までは基岩が露出し、表土がほとんどない。崩壊が起こったのは斜面上部部分だけである。崩壊面の下端には露出した基岩があり、この上部の基岩形状は凹型となっている。露出した基岩の下側の基岩の勾配は大きくなっている。このような基岩形状による集水特性がこの崩壊の発生要因の一つであると考えられる。

3. 数値シミュレーションの方法

飽和-不飽和浸透流解析により土層内の圧力水頭分布の変化を計算し、その結果を基に斜面安定解析を行っ

た。斜面安定解析において、最小安全率となるすべり面を動的計画法により探索した。地形図から読み取った表面地形と、現地調査による斜面縦断方向の土層圧分布により推定した斜面土層構造を対象として計算を行った。ここで、斜面横断方向の土層厚分布は、一定値を与えた場合と（Case 1）、上述のように凹型の基岩形状の場合（Case 2）の2通りを仮定した。透水係数は0.01 cm/s

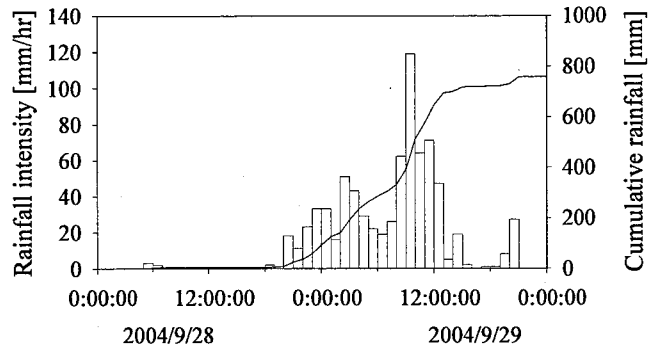


図1 降雨強度の時間変化

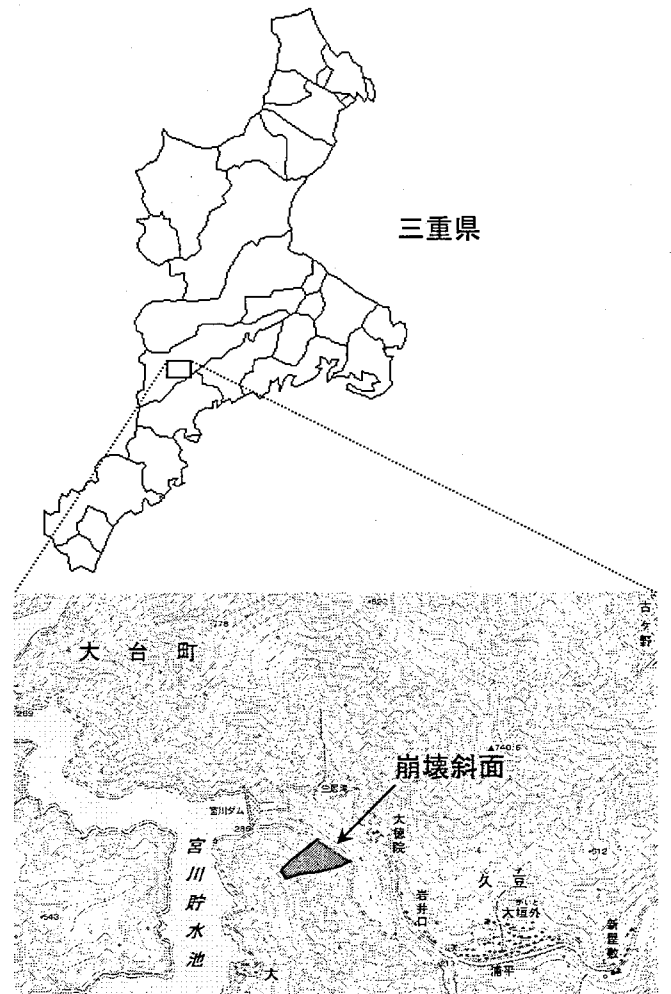


図2 宮川村（現大台町）と崩壊斜面の位置

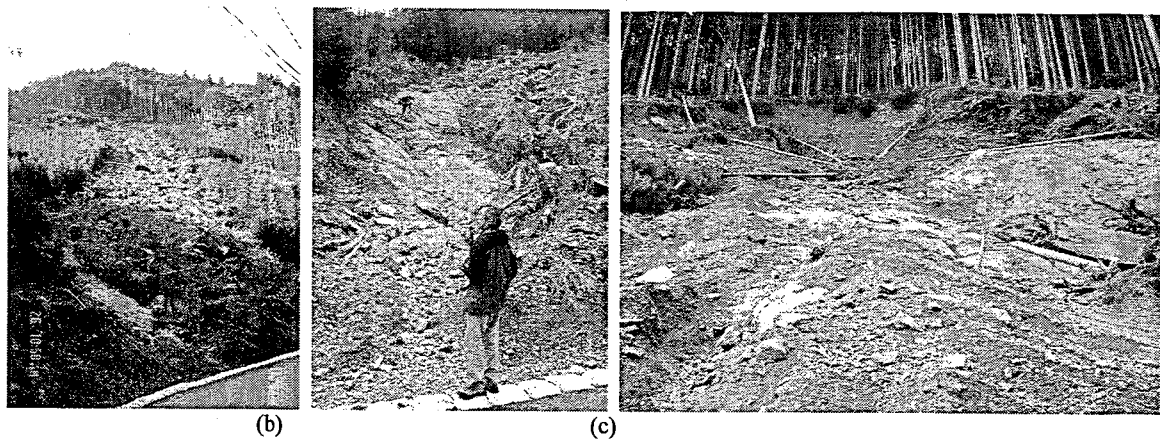


写真 1 崩壊斜面の状態 (a) 全体像, (b) 斜面下部における基岩露出の状態, (c) 斜面上部における崩壊位置と基岩の凹形状

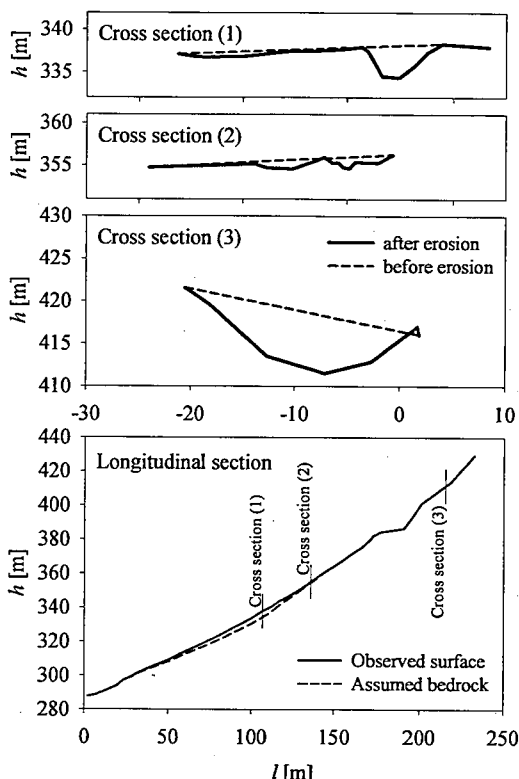


図 3 現地調査による崩壊後の斜面形状

を与え、土壌水分特性は一般的な砂質土の値を用いた。土層の内部摩擦角および粘着力を変化させて、崩壊時間や形状に及ぼす影響について検討を行った。

4. 結果と考察

数値シミュレーション結果の一例を図 4 に示す。図内に示す内部摩擦角・粘着力を与えた場合、崩壊形状は Case 1 と 2 でほとんど差はなく、斜面上端部分からすべり面が始まっている。ただし、崩壊時刻は大きく異なり、Case 1 では降雨ピーク後 Case 2 では前にそれぞれ発生する結果となった。異なる土質強度を与えた場合、すべり面の位置や崩壊発生時刻は大きく変化するが、崩壊発生時刻の前後関係は常に Case 1 よりも Case 2 のほうが早く、基岩形状による集水地形の影響が崩壊発生に大きく寄与していることが確認された。これらの結果より、降雨浸透と地下構造の複雑な要因が絡み合って発生する崩壊現象をシミュレートするためには、

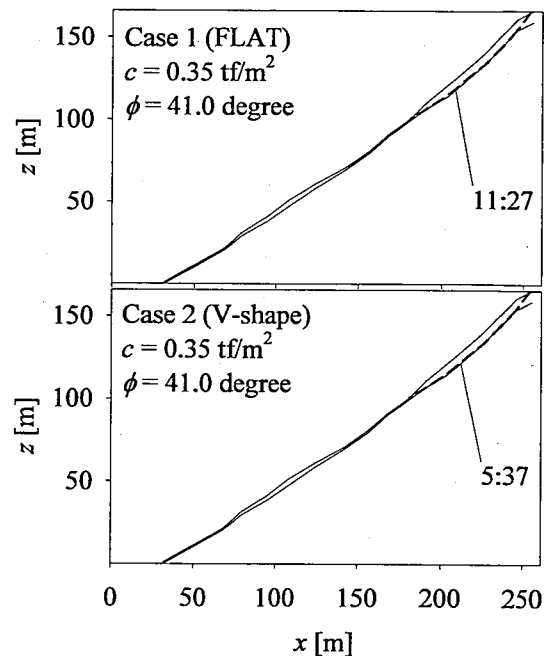


図 4 数値シミュレーションによる崩壊形状の計算結果

表面地形の情報だけでなく、地下の基盤構造を考慮して想定した斜面形状および土層構造について解析する必要があることが明らかとなった。

5. おわりに

斜面の基岩形状による地下水の集水特性が崩壊の発生や侵食に影響していることを推察したが、一口に斜面崩壊といっても、地下水の集中による湧水の発生、斜面の侵食または崩土の土石流化といった素過程がそこに含まれているので、これらのことが一つのプロセスとして解析できるようなモデルの開発が必要である。今後シミュレーションを通してこれらについて、さらに解析を進める予定である。

参考文献

林拙郎・土屋智・近藤観慈・芝野博文・沼本晋也・小杉賢一朗・山越隆雄・池田暁彦：2004年9月29日、台風21号に伴って発生した三重県宮川村の土砂災害（速報）、砂防学会誌, Vol.57 No.4 (2004), pp.48-55.