

## 7. 2 阿蘇災害における浅層崩壊について

森林総合研究所九州支所 清水 晃・竹下 幸  
水谷 完治

## 1. はじめに

平成2年6月28日から7月3日まで、九州付近に停滞した梅雨前線により、九州中北部では激甚な災害が発生した。特に7月2日に熊本県阿蘇郡一の宮町坂梨地区を襲った土石流は多数の死傷者、家屋の損壊をひきおこしている。この土石流は根子岳北面に発生した多数の浅層崩壊が引金になって黒川流域内の各支流の合流により、規模を拡大し、被害を増幅したものと考えられる。本報告では、これら大量に発生した浅層崩壊について、その土壌特性を検討したので報告する。

## 2. 対象地域の概要と調査方法

対象とした地域は熊本営林局民有林直轄治山事業施工区域内の黒川流域上流部の根子岳北面である。本地域には本・支流合わせて7つの小流域が有り、草地、スギ、ヒノキ人工林、広葉樹天然林等の植生が成立しているが、多くの箇所で浅層崩壊が発生している。各流域の現地踏査とともに黒川本流、第3、5支流および第3支流と第4支流の中間の谷部において崩壊地調査を行った。調査項目は、崩壊地の測量、スベリ面上下層の飽和透水係数の測定、直接剪断試験（一面剪断・排水）、粒度分析、土壌断面調査等である。以下、主な測定項目を概説する。

1) 直接剪断試験による $c$ 、 $\phi$ の推定

測定は株式会社マルイ製の現場一面剪断試験（LST）を使用して行なった。試料寸法は20cm×20cm×10cm（剪断面5cm）と大きく、現場で試料を未攪乱で採取することができるので、試料を飽和させて強度を測定するようになっている。試料は崩壊地のスベリ面の深さに応じて、黒色土層（黒ボク）、褐色土層等を使用した。同一土層に対して3～4回垂直加重を変えて試験を行ない、粘着力 $c$ 、内部摩擦角 $\phi$ を算出した。

## 2) 飽和透水係数の測定

飽和透水係数は崩壊地のスベリ面の上部と下部土層から400cc採土円筒を使用して試料を採取し、定水位

透水試験により測定した。

## 3) 粒度試験

崩壊地土壌の粒度分布を知るためにフルイ分け分析と沈降分析により、粒径加積曲線を作成した。試料は飽和透水係数を測定した層と同じ層から採取した。

## 3. 結果と考察

## 1) 剪断試験の結果

剪断試験の結果、 $c$ 、 $\phi$ は上部植生との間に明瞭な関係を持たず、スベリ面の土層の種類に対応する傾向が見られた。したがって、以下の解析には黒川第3支流と第4支流の間の谷部分で発生した3ヶ所のスギ人工林崩壊地（比較的近接して存在しており、崩壊深度および崩壊土層が異なっている）における調査資料を使用した。表-1はこの3プロットのスベリ面の深さと剪断試験の結果を示したものである。上部の黒色土層から下部の褐色土層へ移行するにしたがって $c$ 、 $\phi$ とも大きくなっていることがわかる。これは、図-1に示すように、クーロンの式（(1)式）で表わしてみると明瞭に確認される。

$$s = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

$s$  : 剪断強度,  $\sigma$  : 有効直応力

ここで、スベリ破壊を起こそうとする応力を斜面の傾斜に対応して導入すると $\tan \theta$ のラインになる<sup>1)</sup>。これによると、剪断強度 $s$ が剪断応力 $\tan \theta$ よりも大きい間はスベリ破壊は起こらないが、プロット1やプロット3では両者が等しくなる点が見出される。これらの点は現実の崩壊深度よりも大きくなっていることから、相対的に土質特性の異なる土層の間で過剰な間隙水圧が発生した可能性が推察される。なお、いずれの崩壊地も傾斜は40度であった。

## 2) 飽和透水試験の結果

表-2に示すようにスベリ面の上部と下部で透水性に差が見られる。スベリ面の深さが最も浅いプロット3では上下とも黒色土であり、下層は上層の2/3程度で比較的差は少ない。黒色土と褐色土の境界で破壊したブ

ロット1では1/20以下になっている。プロット2は同系統の土層内の破壊であるが下層は上層の1/3程度の透水係数になっている。以上の結果から、今回崩壊した土層付近の透水係数については、同系統の土層間の差が、異なる土層間の差よりもかなり小さくなり、多くのスベリ面は黒色土と褐色土との境界部分に生じた可能性が高いことが示唆された。

3) 粒度試験の結果

プロット1の試料から作成した図-2, 図-3の粒径加積曲線を見ると、スベリ面上部の黒色土層はレキ成分のほとんどないシルト・粘土質の土壤であるが、これに対して下部の褐色土層はシルト・粘土成分に対してレキ・砂を比較的多く含む土壤であると言える。

以上を総合的に検討すると、今回の浅層崩壊は相対的に土質特性の異なる層の間でスベリ面が生じて、ひきおこされている傾向が強い。すなわち、レキの少ないシルト及び粘土が組成の中心を占める黒色土層とレ

キから粘土まで比較的広く含む褐色土層の間でスベリ面が形成され、崩壊しているものが多い。これは直接的には粘着力、内部摩擦角による差が主たる崩壊の原因と思われるが、透水係数においても上下層間には差が見られ、総合的に土質特性の異なる2層の間において崩壊が生じていることを示している。

4. おわりに

浅層崩壊が発生した土壤についてその土質特性を調査検討したが、今回のスベリ面は土質特性の相対的に異なった箇所が発生している傾向が見られた。今後は植生特に根系の作用を考慮したより詳細な検討を加える必要があると考えている。

引用文献

- (1) 久保田敬一：浸透水と土の安定, 73~88, 山海堂, 東京, 1966

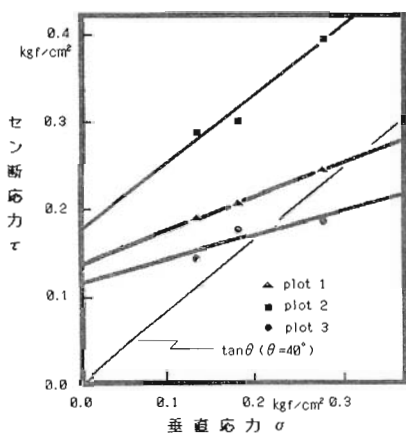


図-1 剪断試験の結果

表-2 スベリ面上下の飽和透水係数

|        | 上部土壌                         | 下部土壌                         |
|--------|------------------------------|------------------------------|
| plot 1 | 黒色土<br>1.11・10 <sup>-2</sup> | 褐色土<br>4.12・10 <sup>-4</sup> |
| plot 2 | 褐色土<br>9.30・10 <sup>-3</sup> | 褐色土<br>3.05・10 <sup>-3</sup> |
| plot 3 | 黒色土<br>1.96・10 <sup>-2</sup> | 黒色土<br>1.29・10 <sup>-2</sup> |

(cm/sec)

表-1 粘着力cと内部摩擦角φ

|        | スベリ面の<br>深さ cm | 粘着力<br>c t/m <sup>2</sup> | 内部摩擦角<br>φ 度 |
|--------|----------------|---------------------------|--------------|
| plot 1 | 80             | 1.36                      | 22.2         |
| plot 2 | 100            | 1.74                      | 38.5         |
| plot 3 | 55             | 0.93                      | 16.9         |

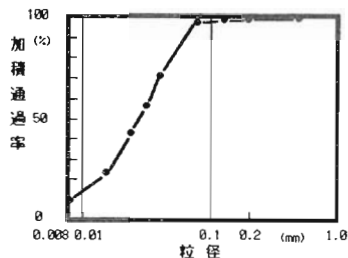


図-2 粒径加積曲線 (黒色土)

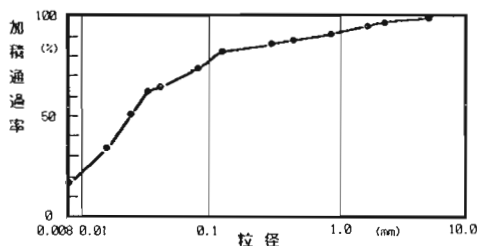


図-3 粒径加積曲線 (褐色土)