

## 根系ブロックと斜面崩壊

宮崎大学農学部 谷口 義信・高橋 正佑

### 1. はじめに

根系の侵入限界範囲付近で土層のすべりが起こる場合、樹木が斜面に対して崩壊防止機能を有しているのか、いないのかを明らかにすることは、山地斜面表層部の土壌化と森林を関連づける上においても、また今後森林によって山地保全を図ろうとする上においても非常に重要なことである。そのため本研究では、山腹崩壊に対して根系ブロックの考え方をを用いて<sup>2)</sup>、この根系ブロックの個数、およびすべり面の縦断形状を因子として、これらと土砂崩壊の発生傾斜角、崩壊土砂の移動速度などとの間にどのような関係が存在するかを明らかにすることを試みた。

### 2. 実験装置および実験方法

実験装置として、図-1に示すように、横20cm、縦100cm、深さ18cmの木製の箱に土砂を一樣に敷き詰め、これを傾斜させたものを一種の斜面と見なして、直径2.2cm、長さ12cmのプラスチックの棒の下端に図-2のように金網を取り付け、ガーゼでその金網を包み、中に砂を充填したものを樹木の根系による一塊の土塊(ブロック)の模型とした。なお、ここでは箱の底面を崩壊のすべり面とした。

実験の1つは、樹木が全くない場合を想定し、木製の箱に層厚が4cmで一樣になるように砂を敷き詰めてから、表面を霧吹で軽く湿して、土粒子に吸着力を与えて表面から土粒子が移動しないにした状態で、箱の一端を少しずつ持ち上げて傾斜を与えながら砂層がすべりを起こした時点の斜面高さを測定し、斜面傾斜角( $i$ )を算出する方法で行った。なお、この箱の一端の地面からの高さを崩壊発生斜面高と呼ぶことにする。

もう1つは、樹木がある場合を想定し、図-1の斜面ほぼ中央に、樹木の根系と考えた根系のブロック模型を、本数と配列を幾通りかに変えて配置し、それぞれについて前述と同様の方法で実験を行った。

さらにもう1つは、すべり面の縦断形状が一樣でない

場合を想定し、図-1の斜面縦断の中央部に金網で、ある高さも幅もったふくらみ部を横断方向に取り付け、そのふくらみ部の上部側に根系模型を上述と同様に配置し、それぞれについて実験を行った。

一樣斜面で、かつ根系ブロックがない場合と、同斜面に根系ブロックを1個配置した場合については、崩壊の発生および崩壊土塊の運動の様子を高速度カメラで撮影し、土塊の移動速度とすべり土塊先端部の横断方向の移動距離を測定した。

### 3. 実験結果

図-3および図-4は、縦断形状の相違による根系ブロック数と崩壊発生斜面高の関係を示したものである。ここに、横軸は根系ブロック数を、縦軸は崩壊発生斜面高を表わし、また図中のそれぞれの値は崩壊発生斜面高の平均値を示す。図-5および図-6は、斜面底面上にふくらみ部をもたない模型斜面について、根系ブロックがない場合と、根系ブロックを1個配置した場合について高速度カメラで崩壊の様子を撮影し、縦軸に崩壊土塊先端部の移動距離を、横軸にその横断方向の距離をとって、土砂がすべり落ちていくときの0.5秒毎の横断方向における先端部の移動距離を示したものである。

### 4. 考察

根系の侵入限界付近の土層で発生する崩壊ではすべり面が、一樣な長大斜面とみなされる場合、斜面の安定条件は、斜面傾斜角を $\theta$ 、土の内部摩擦角を $\phi$ とし、間隙水圧はないものとして、土砂の粘着力を無視すれば、 $\theta = \phi$ によって規定される<sup>3)</sup>。もし、 $\theta > \phi$ となれば斜面崩壊が発生することになり、樹木の根系は斜面の安定条件には関与していないことになる。以下樹木の崩壊防止機能について検討する。

根系のブロックモデルを導入した実験結果を表わす図-3から明らかなように、すべり面を一樣な長大斜面とした場合、根系ブロック数が増加するにしたがって、

各本数毎の崩壊発生斜面高の平均値は微増傾向を示している。ただし、根系ブロック数が3個の場合だけ減少傾向を示した。その原因は明らかでない。しかしながら、根系ブロックのない場合よりも根系ブロックの多い場合の方が傾斜角がやや大きくなっていることがわかる。よって、一様な縦断形状のすべり面においても、樹木の根系ブロック化が土砂崩壊防止に対しある程度効果があるのではないかと考えられる。

つぎに、すべり面の縦断形状が一様でない場合については、図-4から明らかのように、ふくらみ高が3.4cmの場合は、根系ブロックの増加にともなって、崩壊発生限界勾配は増加傾向を示している。ただ、根系ブロックが4個の場合が3個の場合よりも減少しているが、その原因は明らかでない。またすべり面が一様な断面形状の場合と、一様でない縦断形状の場合（非一様縦断形状）の値を比較した結果、後者の方が実験値は高い値を示している。

これらのことから、根系ブロックがあることによって、地表面下の土層構造の縦断形状が複雑に変化している場合（凹凸がある場合）には、土砂崩壊防止に根系ブロックは有効に働き、またその変化の度合いが大きくなることによって土砂崩壊防止効果は大きくなるのではないかと考えられる。ただし、実験においては凸の場合のみを想定して行った。

つぎに、崩壊が発生したとき、この崩壊土砂が根系ブロックによってどのような影響を受けるかを動態面から明らかにするため、図-5、図-6について検討すると、根系ブロックがない場合よりも、根系ブロックのある場合の方が崩壊土塊の先端部の移動が全般的に遅い傾向のあることがみられた。特に、図-5に見られるように、崩壊土砂の運動は根系ブロックによって、複雑な横断形を示しており、その移動は根系ブロックがないときよりも、かなり遅くなる傾向のあることがわかる。これらのことから、根系ブロックは崩壊時の土塊の移動距離を短くしたり、速度を遅くしたりするなど、崩壊による被害を軽減する役割も果たすと考えられる。

5. まとめ

樹木の根系ブロックは根系の侵入限界付近の斜面の崩壊防止に対してある程度その効果はあることが明らかとなった。特に地表面下の土層構造の縦断形状が複雑に変化する場合には、根系ブロックの効果は大きくなる傾向がある。さらに根系ブロックは崩壊時の土塊の移動距離を短くしたり、移動速度を遅くしたりする効果もあることがわかった。

引用文献

(1) 駒村富士弥：治山・砂防工学，pp. 98，森北，1979

(2) 竹下敬司・池本 濟：昭和62年砂防学会研究発表概要集，258～261，1987

(3) 塚本良則：昭和61年砂防学会研究発表概要集，250～251，1986

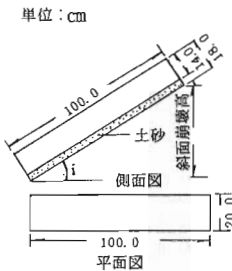


図-1 すべり面が一様縦断形状の場合の模型斜面

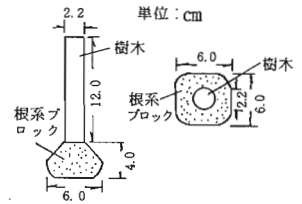


図-2 根系ブロックの模型

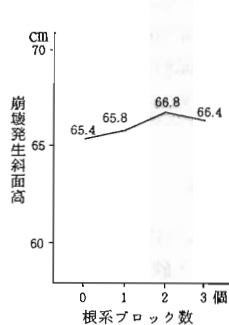


図-3 一様縦断形状の場合の根系ブロック数と崩壊発生斜面高の関係

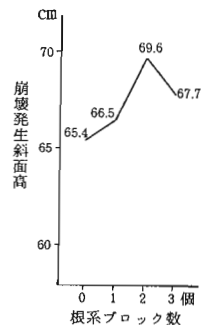


図-4 非一様縦断形状（ふくらみ高3.4cm）の場合の根系ブロック数と崩壊発生斜面高の関係

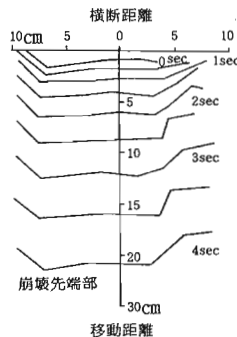


図-5 根系ブロック0個の場合の崩壊先端部の移動

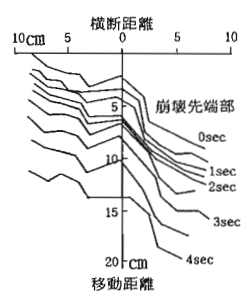


図-6 根系ブロック1個の場合の崩壊先端部の移動