

2 1986年7月10日集中豪雨による鹿児島市内の しらす斜面崩壊の実態

鹿児島大学農学部 ○地頭 蘭 隆・下川 悦郎

1. まえがき

1986年7月10日、鹿児島市では記録的な豪雨に見舞われ、死者18名、負傷者16名、住家被害1121棟という大きな被害が発生した。鹿児島地方気象台の観測によると、豪雨に見舞われた10時から17時までの総雨量は192mm、この間に発生した1時間あたりの最大雨量は75mmであった。ここでは、現地調査と室内実験から鹿児島市内で発生したしらす斜面の崩壊の実態と特徴について述べる。

2. 調査地および方法

調査地は、鹿児島市の中央部を通る北東から南西にかけて、長さ約10km、幅約3kmの範囲であり、これは7月10日の総雨量が150~200mm以上となった地域に相当する。この地域外では斜面崩壊はほとんど発生していない。

現地調査により、崩壊地の位置を地図上に書き入れ、その分布図を作成した。同時に、崩壊地において崩壊の形態、地盤の地質、崩壊物質、湧水の有無、斜面の横断形・縦断形、崩壊斜面の向き・傾斜、崩壊面の長さ・幅・面積、崩壊土量、斜面の植生などの項目についての調査を行った。また、代表的



図-1 1986年7月10日集中豪雨による斜面崩壊地の分布
(等雨量線は鹿児島県土木部河川資料による)

な崩壊地では、その中に土層断面をもうけ、土相・色調・層厚など土層断面の観察、山中式土壌硬度計による土層硬度の計測、土質試験用試料土の採取を行った。

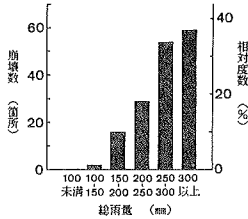


図-2 降雨域ごとの崩壊箇所の度数分布

3. 結果および考察

現地調査により作成した崩壊地の分布図を図-1に示す。図中には7月10日の総雨量の等雨量線も示してある。図-1によると、総雨量の多い地域と斜面崩壊の発生位置がよく一致していることがわかる。斜面崩壊数は大小160箇所にはのびている。総雨量を50mmごとの階級に分類してそれぞれの階級に対する斜面崩壊箇所数の度数分布を図-2に示す。総雨量が多い地域ほど崩壊箇所数も多くなっている。

南九州における斜面崩壊は、表層滑落、表層落下、パイピング、回転すべり、落水型侵食による崩壊、横侵食による崩壊、剝落、土石流、陥没などの形態に分類されている¹⁾。この分類に従うと、今回の集中豪雨による斜面崩壊は、表層落下型崩壊・道路法肩崩壊・土石流の10箇所程度を除くほかはすべてしらす斜面最上層の土壤層がすべり落ちる表層滑落型崩壊であった。表層滑落型崩壊の模式図を図-3に示す。図-3(A)はしらす斜面下部に崖錐が発達している斜面における表層滑落型崩壊の模式図であり、図-3(B)は崖錐が発達していない、あるいは斜面下部が切り取られたしらす斜面における表層滑落型崩壊の模式図である。

図-4は、現地調査で確認した160箇所の崩壊斜面の向きを8方位に分類したものである。南・南東・東・北東斜面における崩壊が非常に多く、全崩壊箇所数の約70%を占めている。この崩壊斜面方位の偏りが見かけではなく本質的なものかどうか確かめるには、崩壊発生区域全体における斜面向きの頻度が問題となる。そこで、崩壊が発生した区域(7月10日の総雨量が150mm程度以上となった区域)の斜面の向きを同じく8方位に区分し、それぞれの向きごとに斜面中腹付近における斜面延長を測定した。その結果を図-5に示す。北西向きの斜面延長が少ないほかはほぼ一様に分布している。図-6は、8方位に分類された斜面ごとの崩壊箇所数を斜面延長で割り、斜面延長1kmあたりの箇所数に換算して示したものである。図-6によると、崩壊箇所は南・南東・東・北東斜面に集中していることがさらに明瞭に示される。

ところで、鹿児島市では、1985年8月台風13号により2日余りにわたり強風の影響を受けている。鹿児島地方気象台では台風に襲われた8月

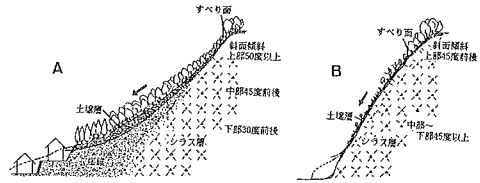


図-3 表層滑落型崩壊の模式図

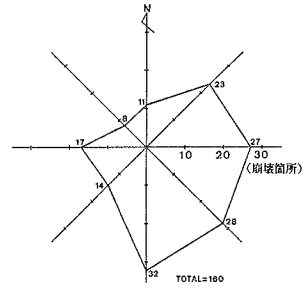


図-4 崩壊斜面の方向分布

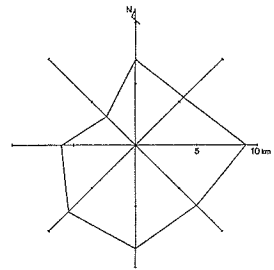


図-5 崩壊発生区域の斜面延長の方向分布

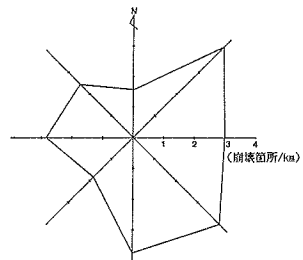


図-6 斜面延長1kmあたりの崩壊数の方向分布

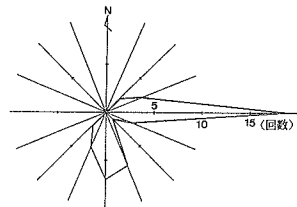


図-7 台風13号による8月30-31日の風向分布

31日、最大瞬間風速55.6m/sという観測史上最大の風速を記録している。図-7は、鹿児島地方気象台において観測された8月30、31日の1時間ごとの風向を回数で16方位にプロットしたものである。台風13号は、鹿児島市西方の九州西岸沿いに北上したため、鹿児島市では東から南向きの風が非常に強かったことがわかる。図-6と図-7は類似した傾向を示しており、台風13号の通過に伴い、北東から南向きのしらす斜面は東から南向きの強風を受けて斜面上の高木は相当に揺さぶられたと想像される。後述するように、植生調査によると、しらす斜面上には台風13号の強風により倒れたり、傾いたりした樹木が多くみられた。

図-8は、測定できた50箇所の崩壊地について斜面長の度数分布を示したものである。崩壊面の斜面長は3~50mの範囲にあり、平均約21mであった。崩壊斜面長が20~25m規模の崩壊が最も多く発生していることがわかる。

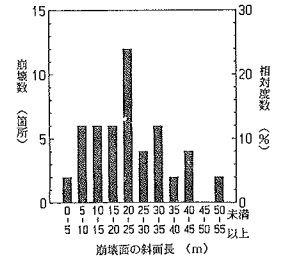


図-8 崩壊面の斜面長の度数分布

図-9は、崩壊面の幅の度数分布を示したものである。崩壊面の幅は4~50mの範囲にあり、平均約16mであった。崩壊面幅が5~10m規模の崩壊が最も多く発生している。

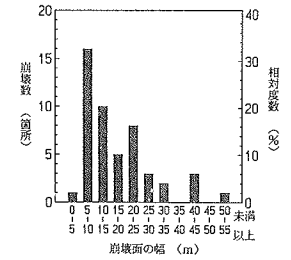


図-9 崩壊面の幅の度数分布

図-10は、崩壊面の面積の度数分布を示したものである。崩壊面の面積は12~1800m²の範囲にあり、平均約370m²であった。200m²以下の崩壊面積をもつ崩壊が半数近くを占めている。

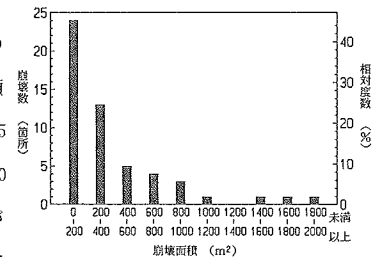


図-10 崩壊面積の度数分布

図-11は、崩壊面の面積と平均すべり層厚さから算出した崩壊土量の度数分布を示したものである。崩壊土量は3~900m³の範囲にあり、平均約150m³であった。100m³以下の崩壊土量をもつ崩壊が半数以上を占めている。

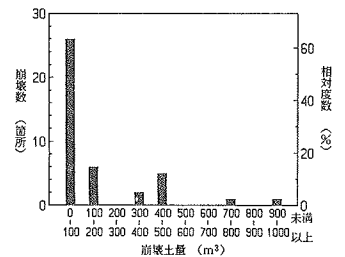


図-11 崩壊土量の度数分布

図-12、13および14は、崩壊地斜面の上部、中部および下部の斜面傾斜の度数分布を示したものである。崩壊地斜面の上部の斜面傾斜は40~63度の範囲にあり、平均52度を示し、50~55度の傾斜をもつ崩壊地が最も多い。中部は32~60度の範囲にあり、平均45度を示し、45~50度の傾斜をもつ崩壊地が最も多い。下部は20~70度の範囲にあり、平均40度を示し、30~35度の傾斜をもつ崩壊地が最も多くなっている。下部の傾斜範囲の上限が上・中部を上回っているのは、斜面下部が切り取られた場所や崖錐が発達していない場所における崩壊も含まれているからである。

図-15および16は、崩壊地の上部および中部のすべり層厚さの度数分布を示したものである。崩壊地の上部におけるすべり層厚さは4~30cmの範囲にあり、平均約15cmである。中部におけるすべり層厚さは10~70cmの範囲にあり、平均約30cmを示している。崩壊面積に対して崩壊土量が少ないのは、今回の崩壊がしらす急斜面で発生し、すべり土層がこのように薄いためである。

図-17は、崩壊地斜面の崩壊源と考えられる斜面の上・中部におけるすべり土層の厚さと斜面傾斜の関係を示したものである。傾斜が急なほどすべり土層は薄くなり、逆に傾斜が緩いなるほどすべり土層は厚くなっている。斜面傾斜45度に対するすべり土層の厚さが

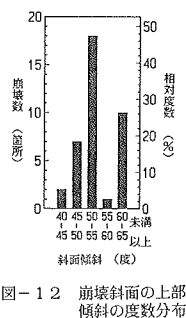


図-12 崩壊斜面の上部傾斜の度数分布

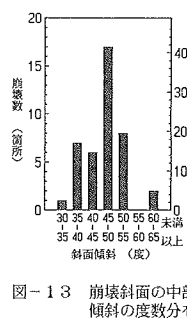


図-13 崩壊斜面の中部傾斜の度数分布

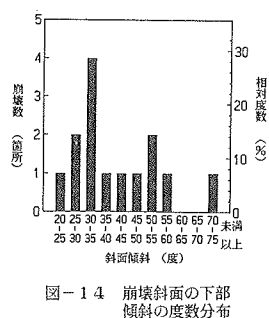


図-14 崩壊斜面の下部傾斜の度数分布

が10~50cm程度と崩壊地によりばらついているように、同じ程度の傾斜でもすべり土層厚さには幅がある。これは、しらす斜面の地形・植生条件などの違いによると思われる。たとえば、強風を受けやすいような地形の斜面では斜面上

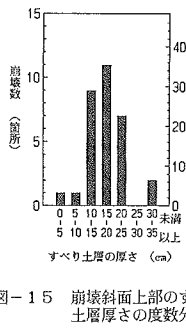


図-15 崩壊斜面上部のすべり土層厚さの度数分布

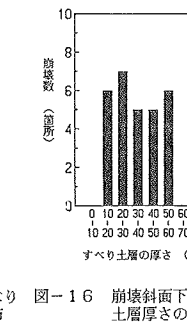


図-16 崩壊斜面下部のすべり土層厚さの度数分布

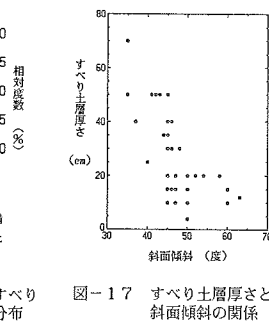


図-17 すべり土層厚さと斜面傾斜の関係

付近の土壌は緩み、薄い土壌層でも表層滑落が発生する可能性がある。今回のしらす斜面の崩壊には1985年8月の台風13号によりもたらされた強風が強く関係していることが現地調査において確認されている。

崩壊地での土層断面の観察によると、土層の上層ほど樹木や草本の根系が発達しており、すべり層を境にしてそれ以下には根系はほとんどみられない。すべり落ちた樹木の根系をみると、根系の発達は土層深さ方向に1m前後となっている。

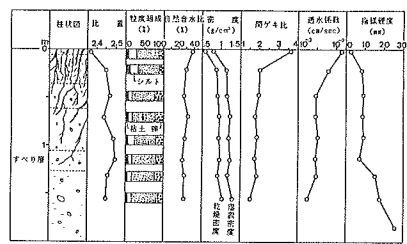


図-18 土質試験結果(武二丁目崩壊地)

図-18は、代表的な崩壊地で行った土質試験の結果の1例を示したものである。崩壊は、間ゲキ比・透水係数・指標硬度などにみられる不連続部分を境にして発生していることがわかった。

4. あとがき

1986年7月10日の鹿児島市内のしらす斜面崩壊による災害の特徴は、崩壊のほとんどがしらす斜面上の土壌層の部分がすべり落ちる表層滑落型の崩壊であり、台風の影響を受けた急斜面の高木が滑落し、人的・物的被害を大きくしたことがあげられる。しかし、斜面の下部では樹木が滑落土砂を止め、被害を小さくしている箇所もみられた。また、大きな人的・物的被害が発生した地域は、しらす斜面の下まで宅地などに利用されている所であった。

なお、本研究の経費の一部は、昭和61年度文部省科学研究費補助金、自然災害特別研究(1)(課題番号:61020038)、ならびに社団法人全国治水砂防協会、砂防に関する調査研究費助成金によった。また、本研究の現地調査および資料整理においては鹿児島大学農学部砂防工学研究室学生諸君に御協力いただいた。ここに記して謝意を表する。参考文献 1)春山元寿:自然災害資料解析1,80-88,1974.