

桜島における緑化植生が雨水・土砂流出過程に与える影響

鹿児島大学農学部 ○寺本行芳・下川悦郎・地頭菌隆・福納直樹

1 はじめに

桜島では噴火活動により荒廃した山腹斜面の侵食防止と早期の植生回復をはかるため、2001年3月から航空緑化が試験的に実施された。本文は、桜島の緑化植生が雨水・土砂流出過程に及ぼす影響を、水理試験および植生調査の結果に基づき検討したものである。

2 調査地と方法

調査地は引ノ平川流域内の支谷の八谷沢上流域である(図1)。緑化植生が斜面の浸透能、粗度および土砂流出に及ぼす影響を調べるため、航空緑化が実施された八谷沢上流域の植物体量が異なる複数の区画(斜面方向の水平長1m×幅0.5m、斜面勾配約20度)を設定し、2003年7月に水理試験を行った。また、植物の成長に伴う根系の発達によって表層火山灰層の空隙率がどのように変化するかを明らかにするため、区画内における表層火山灰層の不攪乱試料を採取して乾燥密度の測定を行った。試料は区画内の異なる場所において4箇所採取し、それぞれ乾燥密度を求めた。これらの平均値を乾燥密度の値とした。乾燥密度の測定後4箇所の試料を全部混ぜ合わせ、粒度試験を行った。得られた試験結果を区画内における表層火山灰層の粒度分布とする。なお、水理試験を行った区画(18箇所)における表層火山灰層の粒度分布はほぼ同様な傾向を示しており、中央粒径の範囲は0.18~0.21mm(平均0.19mm)である。

さらに、不攪乱試料採取後、区画内にある地上部の植物と根系をすべて採取し、一定期間風乾燥させて重量を測定した。この重量を区画内における植物体量とする。

3 緑化植生が斜面の浸透能、粗度および土砂流出に及ぼす影響

図2は、区画内における地上部の植物量と根系量の関係を示したものである。地上部の植物量が増加するほど根系量は大きくなっている。

図3は、区画内における植物体量とみかけの浸透能の関係を示したものである。ここでいうみかけの浸透能とは、土壌の浸透量と植物体による雨水遮断量を合わせた値を表す。みかけの浸透能は、植物体量が増加するにつれて大きくなっている。この理由として、植物体量が増加するに伴って植物体地上部の雨水遮断量が大きくなること、さらに植物の成長に伴って根系が発達することによって空隙率が大きくなること、が考えられる。図4は、区画内における植物体量と表層火山灰層の乾燥密度の関係を示したものである。植物体量の増加に伴う根系の発達(図2)によって表層火山灰層の乾燥密度は小さくなり、空隙率が増加している。

図5は、区画内における植物体量とマニングの粗度係数の関係を示したものである。マニングの粗度係数は、みかけの浸透能と同様、植物体量が増加するに伴って大きくなっている。これは、植物体量が増加するほど、表面流が植物の抵抗をより大きく受けるためと考えられる。

図6は、区画内における植物体量と区画からの流出土砂量の関係を示したものである。流出土砂量は区画の面積(0.5m²)当たりの土砂量で表している。流出土砂量は、植物体量が大きくなるに伴って減少している。この理由として、植物体量が増加するほどみかけの浸透能および粗度が大きくなり(図3および図5)、掃流力が減少したほかに根系による地表面の固定力が増加したことが考えられる。

4 緑化植生が雨水の移動に及ぼす影響

図7は、植物体上の雨水移動経路を模式的に示したものである。ススキは株をなしており、株は多数の茎と葉から構成される。茎は、地上部では地表から地上に向かって放射状に広がっている。茎には節があり、そこから茎を包むように細長い葉が伸びている。葉は途中から「く」の字状に撓んでいる。葉の「く」の字の頂点から内側の茎・葉は全体として「漏斗」のような形状(以下、漏斗という)をなしている。茎の一部は地下に入り込み地下茎を形成している。緑化斜面では、雨はまず植物体に到達する。そのうち漏斗内に到達した雨水は葉・茎に捕捉され、残りは葉・茎を伝って流下し地下茎の間を通過して火山灰層中に浸透する。漏斗内から地表に滴下する雨水はごく一部である。漏斗の外側の葉の部分に到達した雨水は一部葉に補足されるが、大部分は地表に滴下する。なお、葉部は密に発達しており、それを通過する雨水はわずかである。

図8に、植物体量と漏斗における火山灰層のみかけの浸透能の関係を示す。植物体量の増加に伴ってみかけの浸透能も大きく増加している。ここでいうみかけの浸透能は、降雨が長時間継続して植物体による雨水遮断量がほぼ平衡状態になった値を表している。

図9は、個々の植物体ごとの地上部の植物量と根系量の関係を示したものである。地上部の植物量が大きなほど根系は高密度で発達し、根系量も大きくなっている。

図10は、植物体量と根系部が分布している範囲の火山灰層の乾燥密度を示したものである。植物体がない火山灰層の乾燥密度は1.4g/cm³程度の値を示すが、植物体量の増加に伴う根系量の増加(図9)によって空隙率は大きくなり、植物体量が約6000gでは0.6g/cm³程度まで減少している。

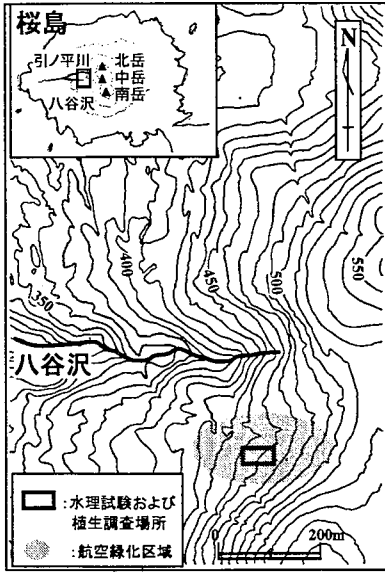


図1. 調査地の位置と地形

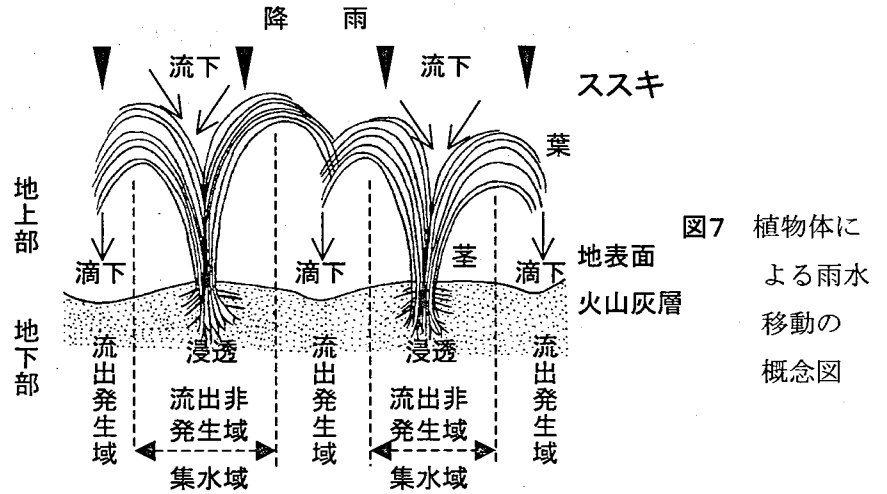


図7 植物体による雨水移動の概念図

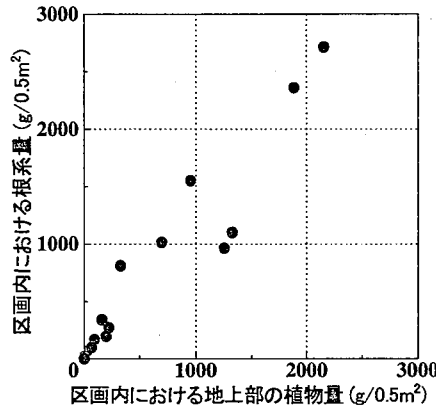


図2 区画内における地上部の植物量と根系量の関係

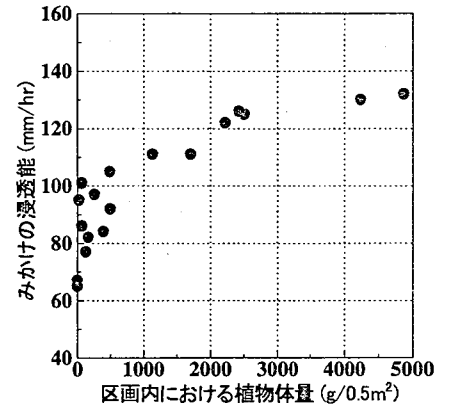


図3 区画内における植物体量とみかけの浸透能の関係

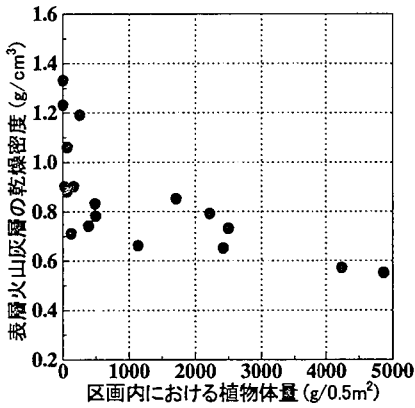


図4 区画内における植物体量と表層火山灰層の乾燥密度の関係

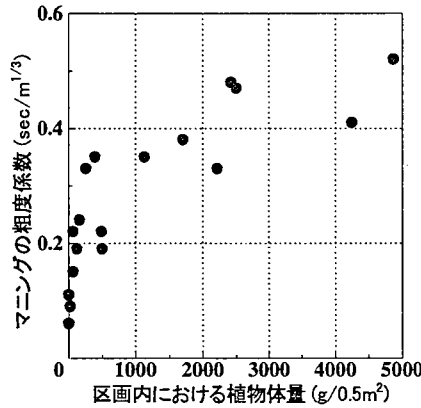


図5 区画内における植物体量とマンニングの粗度係数の関係

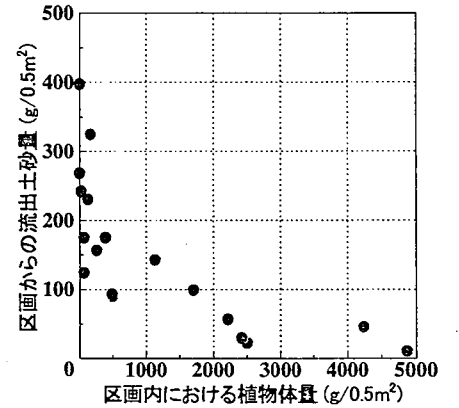


図6 区画内における植物体量と区画からの流出土砂量の関係

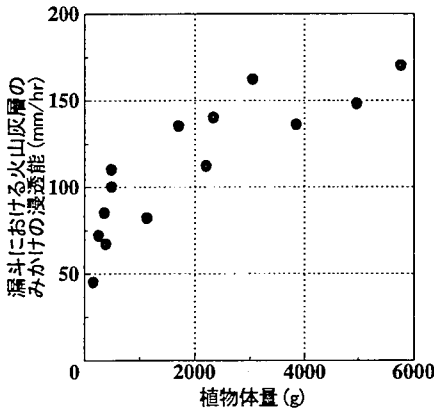


図8 植物体量と漏斗における火山灰層のみかけの浸透能の関係

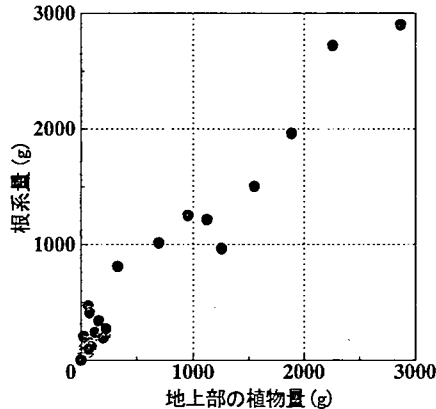


図9 個々の植物体における地上部の植物量と根系量の関係

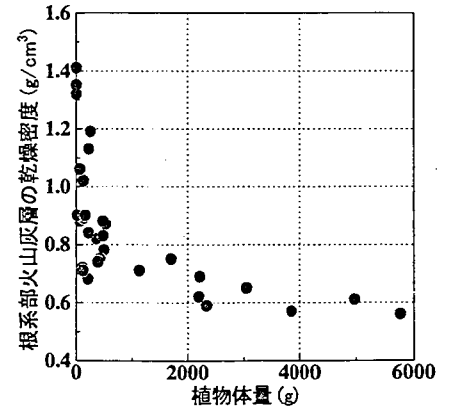


図10 植物体量と根系部火山灰層の乾燥密度の関係