

シラス台地における地下水の挙動と崩壊

鹿児島大学大学院連合農学研究科
鹿児島大学農学部 地頭 菌 隆・下川 悦郎・寺本 行芳

○ 車 張 堅

1. はじめに

南九州に広く分布するシラスは台地状の地形を形成し、その周縁の急斜面では降雨時にしばしば表層崩壊が発生している。繰り返される表層崩壊によってシラス斜面脚部には崖錐が発達していく。この崖錐堆積物がシラス台地内からの地下水によってパイピング崩壊し、その土砂が土石流あるいは土砂流となって流下し、土砂災害を引き起こすことがある(写真1)。この現象は多量の降雨によって発生し、頻繁に起こるものではないが、多量の土砂を伴うために被害が広範囲に及ぶ。ここでは、シラス台地内の地下水の挙動と崖錐崩壊発生との関係を水文地形学的な立場から検討した。

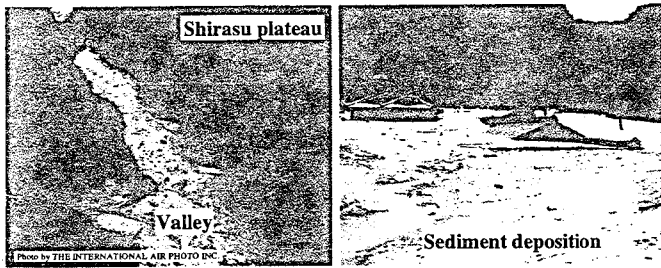


写真1 シラス谷を流下した土砂流

2. 調査地の概況

調査地は鹿児島市西部のシラス台地であり、台地面は標高 200m 前後、台地に刻まれた侵食谷の底面は標高 100 ~ 150m である(図1(a))。台地面は主に茶畑や林地として利用されているが、近年は宅地化が急速に進んでいる。この一帯の地質は四万十層群(砂岩・頁岩からなる堆積岩)と、その上位に部分的に分布する阿多火砕流堆積物(溶結凝灰岩)、さらにその上位を厚く覆うシラスからなる。

3. シラス堆積前の地形の再現

シラス台地内の地下水の分布や移動には不透水層の役割をしているシラス層の下位の地層が影響していると考え、調査地のシラス堆積前の地形(基盤地形)を再現した。再現作業の手順は以下の通りである。①シラス台地周辺やシラス谷内において基盤の露頭を調査し、その標高をGPS等で測量する。②5000分の1地形図に50mメッシュをかけてデジタルマップを作成し、シラス台地を通るすべての測線の地形断面図を作成する。③各測線付近の基盤の露頭を地形断面図に投影してプロットする。④基盤の位置が不明な部分は露頭の位置を連ねることによって推定する。⑤各測線ごとに基盤の標高を読み取ってメッシュ標高を求め、基盤地形の等高線を描く。再現された調査地の基盤地形図を図1(b)に示す。調査地の基盤地形には中央部に東から西に向かう平底の谷が存在している。M4とM7流域以外は地形的

分水界と地下水分水界が大きくずれており、特にM1流域の地下水集水域は地形的集水域の約4.7倍の広さを占めている。
4. シラス谷での流量観測

シラス台地内の地下水の分布や移動を把握するために、シラス谷で低水時の流量を測定した。その結果、比流量は、地形的集水域では0.01 ~ 0.26 m³/s/km²と分散しているが、地下水集水域では0.02 ~ 0.04 m³/s/km²とほぼ一定値を示した。シラス台地に浸透して地下水となった雨水はシラス

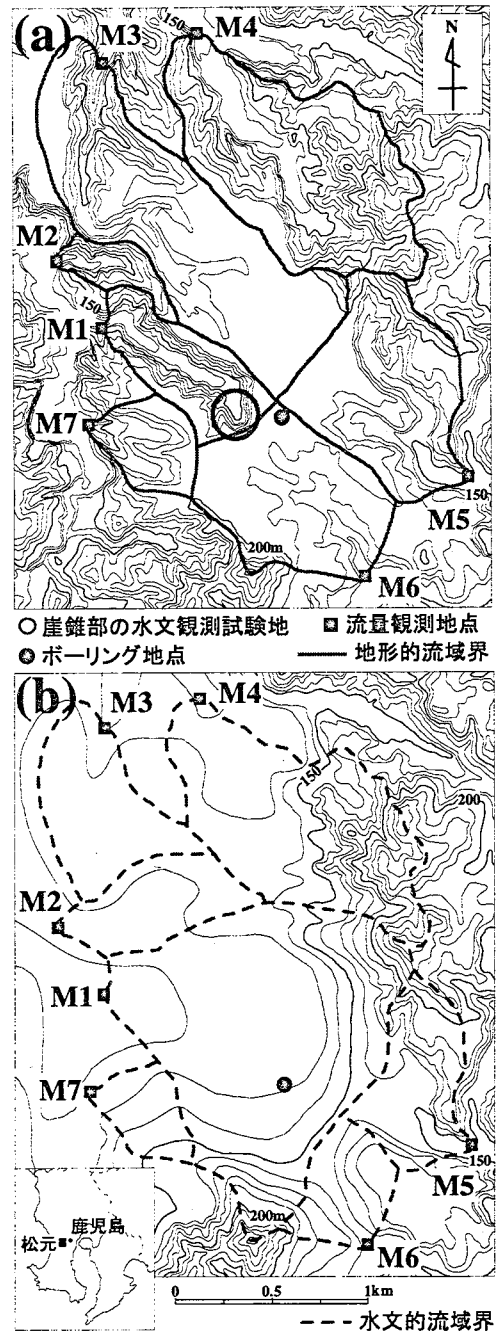


図1 調査地の位置と地形

(a) 現地形 (b) シラス堆積前の地形(基盤地形)
シラスが堆積する前の地形に規制されて移動していることがわかる。図2は流量と地形的集水域面積および地下水集水域面積の関係をプロットしたものである。低水時の流量は地下水集水域面積によく対応している。このような関係が多数得られれば、シラス谷における低水時の流量から基盤地形の集水域面積を推定し、崖錐崩壊発生の可能性のあるシラス谷を抽出することができる。

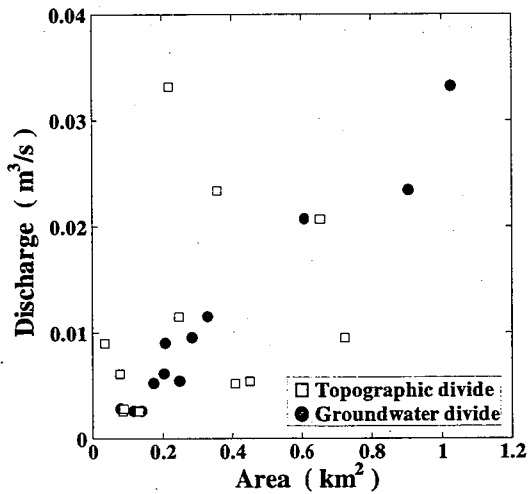


図2 低水流量と地形的・水文的流域面積の関係

5. 崖錐部および台地内の地下水の挙動

シラス斜面崖錐部の崩壊のメカニズムを解明するために、M1流域の谷頭部(図1(a)の○印)で水文観測を行っている。観測項目は、降水量、崖錐内の地下水位、地下水の水温・電気伝導度、崖錐表層部の水分状態、台地内からの流出量である(図3)。また、シラス台地上に77m深さまでボーリングを行い、地下水位と地下水の水温・電気伝導度を観測している(図3)。ここでは地下水位の観測結果の1例を示す。

図4は、月降水量、崖錐内および台地内の地下水位の変動を示したものである。地下水位には、夏季に高く、冬季に低くなるというような1水年周期の規則性はみられない。1996年と1997年は年降水量の平年値(2240mm程度)をやや下回る年であったが、1998年と1999年は大きく上回る多雨年であった。1998年は夏季に雨が多かったために冬季にも地下水位は上昇を続けている。その傾向は1999年にもみられる。シラス斜面崖錐部の地下水位には降雨から数カ月から6カ月程度遅れてゆっくり反応する長期変動がみられる。長期的に地下水位が高い期間と、大雨時に現れる地下水位の急上昇が重なると崖錐崩壊の危険が高まることになる。シラス斜面脚部の崖錐崩壊発生予測には、大雨時の地下水位の急上昇だけでなく、地下水位の長期的な変動も考慮する必要がある。

台地内の地下水位のデータはまだ少ないが、台地内と崖錐部の地下水位変動はよく対応している。しかし両者のピークには約1ヶ月の時差がみられる。

図5は、シラス台地内の雨水移動を模式的に示したものである。シラス斜面崖錐部の地下水位変化に降雨から数カ月～6カ月遅れて反応する長期変動がみられたことから、台地内にはマトリクス流のような遅い水の流れが考えられる。一方、シラス切取斜面にはガス抜けに伴うパイプや冷却に伴う亀裂が観察される。台地面から浸透してパイプや亀裂に入った雨水はパイプ流として素速く基盤まで達し、台地周縁の脚部から流出していると考えられる。シラ

ス斜面脚部に発達している崖錐はパイプの出口を閉塞した状態にある。通常の降雨ではシラス台地内からの地下水は崖錐を通して排水されるが、大雨時には台地内からの地下水流出量が崖錐の排水能力を超え、崖錐内で地下水位の急上昇が起こり、崩壊に至ることがある。

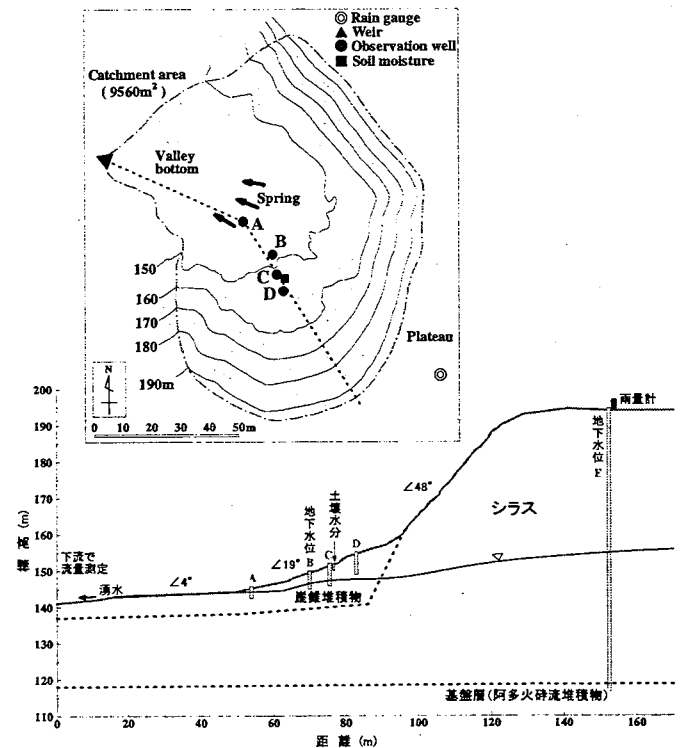


図3 水文観測

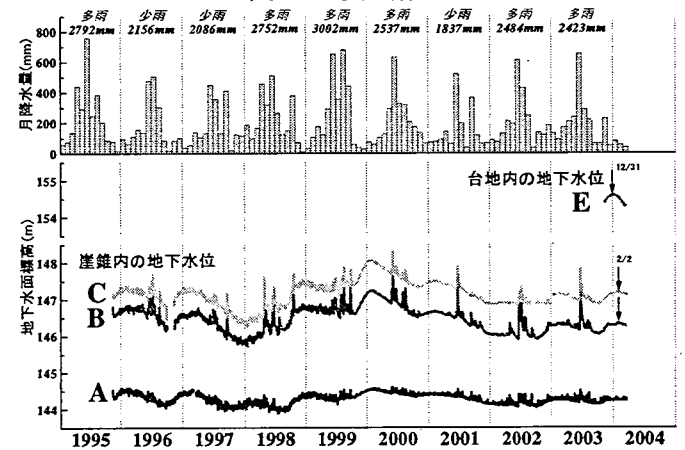


図4 地下水位の変動

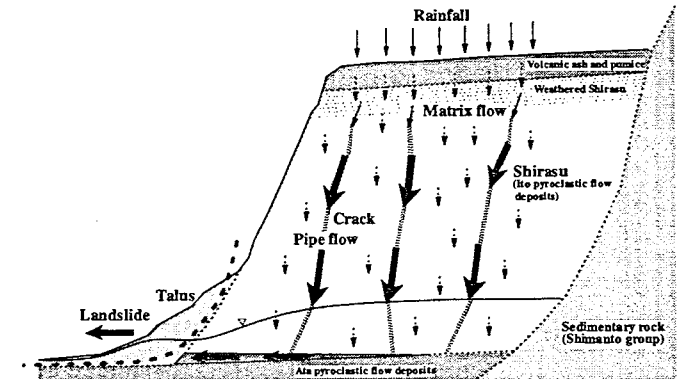


図5 シラス台地内の雨水移動の模式図