

論 文

2006年7月の鹿児島県北部豪雨による土砂災害

寺本 行芳¹⁾・下川 悦郎¹⁾・地頭菌 隆¹⁾

1) 鹿児島大学農学部生物環境学科

Sediment-related disaster caused by heavy rainfall in the northern areas of Kagoshima Prefecture in July, 2006

TERAMOTO Yukiyo¹⁾, SHIMOKAWA Etsuro¹⁾ and JITOUSONO Takashi¹⁾

1) 鹿児島大学農学部生物環境学科

Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

Received Jun 29, 2007 / Accepted Oct 23, 2007

Summary

Investigations of sediment-related disaster caused by heavy the rainfall from the 18th to 23rd July 2006 in the northern areas of Kagoshima Prefecture were carried out. The results were characterized as follows:

(1) Several types of erosion and slope failures were observed within the ranges investigated: shallow landslides on Ito pyroclastic flow deposit; sedimentary rock and andesite slopes collapse caused by piping on Ito pyroclastic flow deposit slope; failures occurring on the shoulder reaches of Ito pyroclastic flow deposit slope or loam formation and weathered Ito pyroclastic flow deposit layer; collapse of talus of Ito pyroclastic flow deposit slope; water fall type erosion and subsidence type erosion on the headwall of Ito pyroclastic flow deposit slope; ground water type erosion on Ito pyroclastic flow deposit slope.

(2) Shallow landslides caused by the continuous rainfall and the maximum hourly rainfall on Ito pyroclastic flow deposit slopes were about 350 mm and about 40 mm/hr. Collapse caused by the continuous rainfall and the maximum hourly rainfall due to piping generated on Ito pyroclastic flow deposit slopes were between 600 mm and 800 mm, and about 75 mm/hr. Scale of rainfall caused by collapse due to piping showed a large value compared with that of shallow landslides.

(3) Sediment yields caused by collapse due to piping and collapse of talus of Ito pyroclastic flow deposit slope were much larger than those of shallow landslides. Moreover, sediment yields caused by subsidence type erosion were much larger than those of ground water type erosion and water fall type erosion.

Key words : sediment-related disaster, heavy rainfall from the 18th to 23rd July 2006, northern areas of Kagoshima Prefecture, erosion and slope failure

キーワード : 土砂災害, 2006年7月18~23日の豪雨, 鹿児島県北部, 侵食・斜面崩壊

1. はじめに

鹿児島県北部では、2006年7月18～23日にかけての梅雨前線に伴う豪雨により、土砂災害が多数発生した。鹿児島県薩摩地方北部における2006年7月18～23日の総雨量は多いところで1,000mmを越え、阿久根、大口および紫尾山のアメダスでは、総雨量が7月降水量の年平均値の2倍以上を記録した。豪雨による鹿児島県の人的被害は死者5名、負傷者11名、住家被害は全壊242棟、半壊1,225棟、一部損壊74棟、床上浸水376棟、床下浸水1,265棟、被害総額は約290億円（2006年9月1日16時現在）である（鹿児島県危機管理局、2006）。

今回の豪雨によって土砂災害が発生した鹿児島県北部の

薩摩郡さつま町、伊佐郡菱刈町および大口市を対象として、災害の実態を調査した。本文はその結果を取りまとめたものである。なお、今回土砂災害が発生した地域では、1972年6月および同年7月に梅雨前線に伴う集中豪雨によって多数の侵食・斜面崩壊・土石流が発生し、あわせて死者11名、負傷者114名の人的被害が出ている（春山・下川、1972；鹿児島県総務部、1972）。

2. 降雨の概況

梅雨前線の活発化に伴い、薩摩地方北部を中心に2006年7月18～23日にかけて記録的な大雨となった。図-1は、2006年7月18～23日の阿久根、大口、紫尾山およびさつま

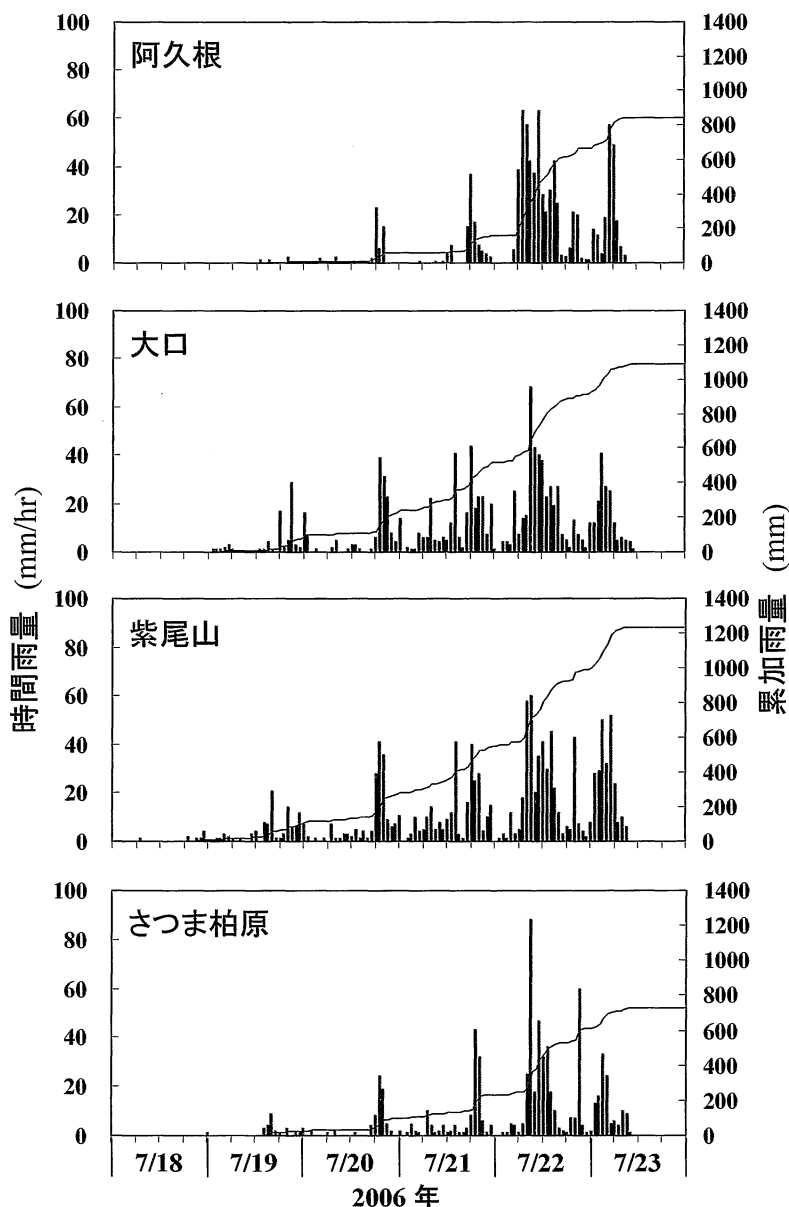


図-1 阿久根、大口、紫尾山、さつま柏原のアメダスにおける時間単位のハイエトグラフ（2006年7月18～23日）

柏原のアメダスによる時間単位のハイトグラフである。7月20日から21日までは断続的に時間雨量30~40mm/hrの雨が降った。さらに7月22日から23日の朝にかけて40~60mm/hrの激しい雨が連続して降っている。7月18日の雨の降り始めから23日までの総雨量および最大時間雨量はそれぞれ、阿久根847mm, 64mm/hr, 大口1,087mm, 68mm/hr, 紫尾山1,237mm, 60mm/hr, さつま柏原733mm, 88mm/hrであった。さらに、阿久根、大口、さつま柏原における7月22日の日雨量はそれぞれ509mm, 399mm, 376mmであり、観測以来の最高値を示した（鹿児島地方気象台, 2006）。

3. 調査地と方法

調査地は、2006年7月18~23日の豪雨によって土砂災害が発生した鹿児島県北部の薩摩郡さつま町、伊佐郡菱刈町および大口市に位置する（図-2）。

14箇所の土砂災害発生場所（図-2●印）において、侵食・斜面崩壊の形態、崩壊物質、基盤の地質、湧水の有無、斜面の横断形・縦断形、崩壊斜面の傾斜、崩壊面積、崩壊土砂量などを調査した。なお、崩壊土砂量は崩壊面積に平均崩壊深を乗じて算出した。

4. 代表的な土砂災害の例

4.1 薩摩郡さつま町鶴田（図-2の②、図-3）

この災害は7月22日の10時頃に発生した。災害発生場所に近い藤川雨量観測地点における災害発生までの連続雨量は309mm、災害発生時の時間雨量は41mm/hr、連続雨量内の最大時間雨量は61mm/hrである。形態は、シラス侵食谷頭部（昭和58年度侵食防止対策実施）において発生した表層崩壊と落水型侵食の複合型災害である。表層崩壊の規模は幅10m、長さ（水平距離）10m、面積100m²、崩壊深1m、崩壊土砂量100m³である。崩壊土砂は20m程度移動し谷底に堆積した。落水型侵食は、縦排水路からの越流によるシラス谷頭部の縦侵食である。規模は幅5m、長さ（水平距離）20m、面積100m²、侵食深（最深）8m、侵食土砂量270m³である。侵食された土砂は流水に乗って流出した。崩壊した斜面の横断形は凹型で、傾斜は40度である。縦排水路が設置された斜面の横断形も凹型で、傾斜は30度程度である。表層崩壊は、豪雨に伴ってシラス斜面の表層を構成する土層が下層（シラスの弱風化層）を境に崩落し発生している。崩壊跡地には上部にパイピングの痕跡がみられ、土層内への雨水の浸透が崩壊を促した。一方、落水型侵食は、縦排

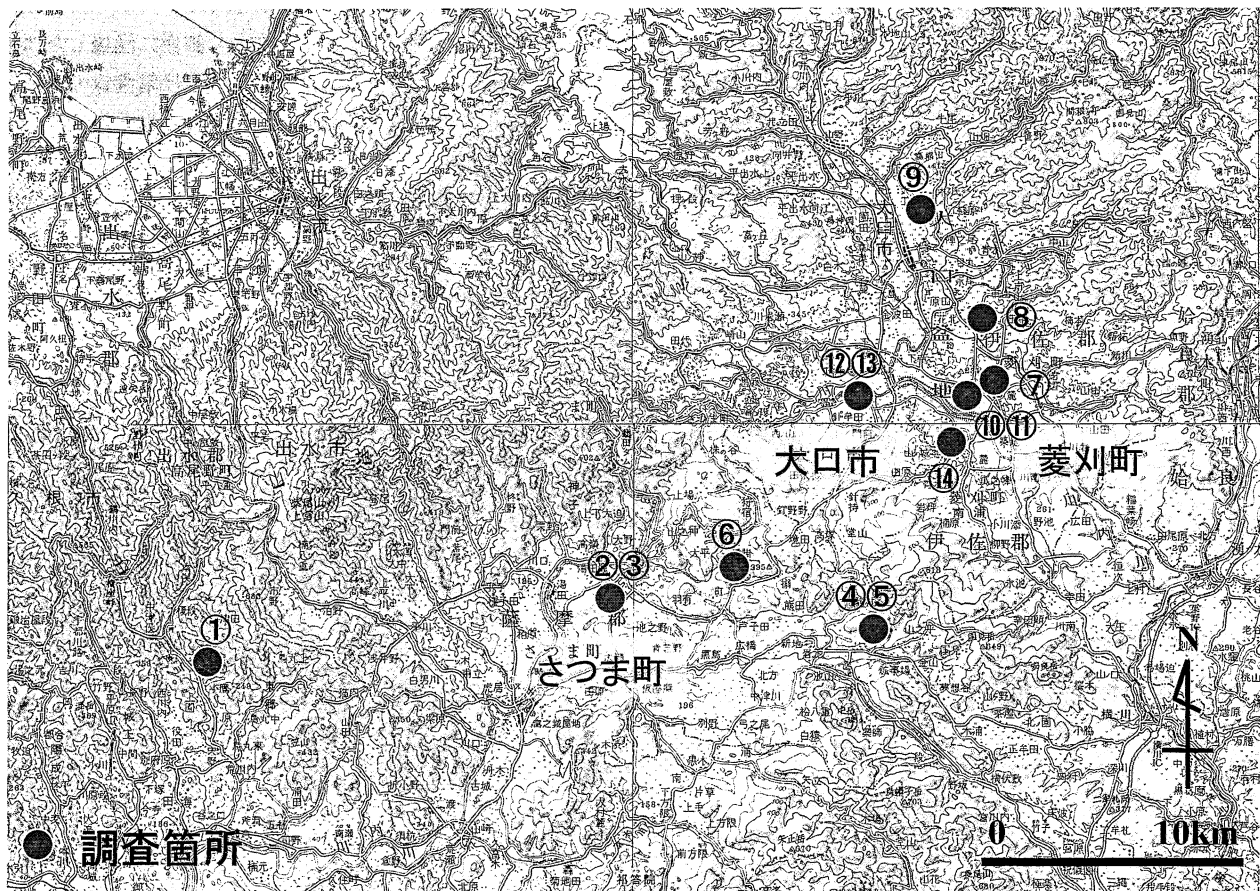


図-2 調査地



表層崩壊



落水型侵食

図-3 薩摩郡さつま町鶴田における表層崩壊および落水型侵食の発生状況

水路から溢れた流水がシラス特有の縦侵食を促すことによって発生した。

調査地ではシラス斜面以外にも、堆積岩および安山岩の斜面においても表層崩壊が発生していた。

4.2 伊佐郡菱刈町下手 (図-2の⑩, 図-4)

この災害は7月22日の17時30分頃に発生し、崩壊によって斜面下部に位置する住家が全壊して1名が犠牲となった。災害発生場所に近い菱刈町雨量観測地点における災害発生までの連続雨量は823mm、災害発生時の時間雨量は31mm/hr、連続雨量内の最大時間雨量は75mm/hrである。形態は、シラス斜面で発生したパイピング崩壊である。シラスは深く(3~4mの深さ)まで風化しており、崩壊はこの風化層に

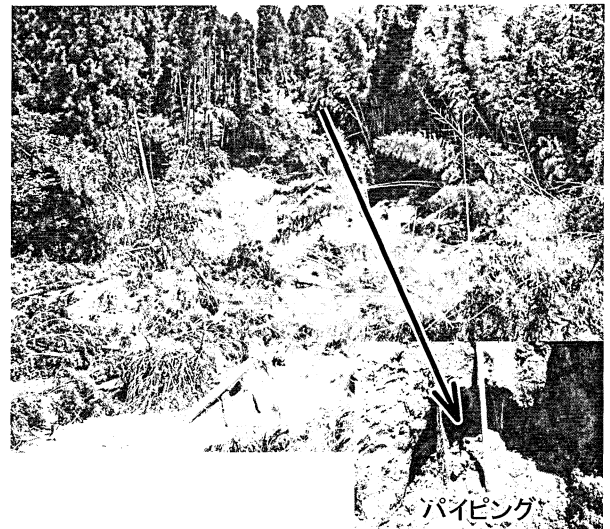


図-4 伊佐郡菱刈町下手におけるパイピング崩壊の発生状況

達している。崩壊の規模は、幅35m、長さ30m、面積1,050m²、崩壊深3m(最大4m)、崩壊土砂量3,150m³である。崩土は斜面基部(下部)から扇状に広がり、斜面下に位置する住家を壊した。斜面の横断形はやや凹型、縦断形は下降型である。斜面の傾斜は30度程度で、急勾配ではない。なお、今回の崩壊地の左側には過去の崩壊跡地がある。崩壊地にはパイピングの痕跡が多数確認され、斜面に浸透した雨水が崩壊を誘発した。崩壊した斜面の上部は階段状の地形となっており、その表面から浸透した雨水が崩れた部分に集中したと考えられる。

4.3 伊佐郡菱刈町下手 (図-2の⑪, 図-5)

この災害は7月22日に発生した。形態は、シラス斜面の肩部の崩落である。崩壊の規模は、幅55m、長さ5m、面

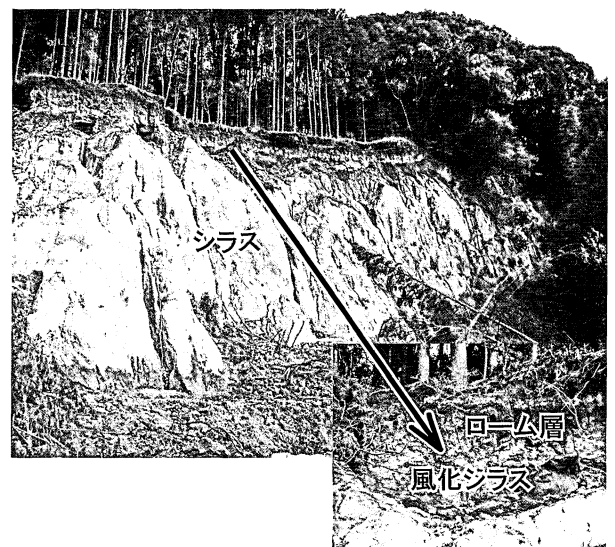


図-5 伊佐郡菱刈町下手における肩部の崩壊の発生状況

積275m³、崩壊深3m、崩壊土砂量825m³である。崩土は斜面直下の水路を塞ぎ道路に到達した。斜面の地質は下層から溶結凝灰岩、シラス、ローム層からなる。シラス層の上部（3m）は風化を受けており、この風化シラスとその上位のローム層が崩落した。溶結凝灰岩とシラス層の境界面から湧水が認められるが、今回の崩落の発生には無関係である。斜面の横断形、縦断形はいずれも直線的である。斜面上部は台地となっている。斜面は急崖をなし、傾斜は60度程度である。斜面の下部には崩土の堆積による崖錐が形成されている。台地の平坦面から浸透した雨水が表層のローム層を通して風化シラス層に浸透、未風化（または弱風化）シラスの境界面に滞留し、それが崩落を促した。

4.4 伊佐郡菱刈町重留（図-2の⑧、図-6）

この災害は7月22日に発生した。形態は、シラス崖の下部に形成された崖錐斜面の崩壊である。崩壊面は比較的深く、最大深は3mである。崩壊の規模は、幅23m、長さ30m、面積690m²、崩壊深2m（最大3m）、崩壊土砂量1,380m³である。崩壊した土砂の先端は道路を越え水田まで到達した。斜面の地質はシラスで、上層は成層した細粒シラス（布状流で侵食された土砂が低所に二次的に堆積したもの）で構成される。また斜面の下部は崖錐堆積物から成る。崖錐堆積物は急崖から崩れた土砂が長年にわたって積もったものである。斜面の横断形はやや凹型、縦断形は下降型で、傾斜（平均）は急崖部（斜面上部）50度、崖錐部（下部）25度である。隣接の斜面にも過去の崩壊跡地が確認される。崩壊地には地質の境界部（細粒シラスとシラス、シラス崖錐堆積物とシラス）に沿って数カ所にパイピングの痕跡が確

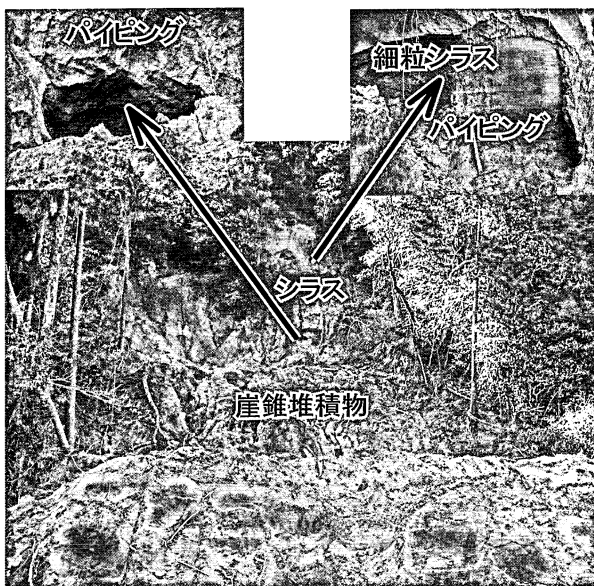


図-6 伊佐郡菱刈町重留における崖錐斜面の崩壊の発生状況

認され、斜面に浸透した雨水が崩壊を誘発した。

4.5 薩摩郡さつま町永野（図-2の⑤、図-7）

この災害は7月22日に発生した。形態は、豪雨に伴う地下水の上昇によって発生したシラスの谷頭斜面の陥没型侵食である。その規模は幅20m、長さ（水平距離）30m、面積600m²、侵食深（最深）8m、崩壊土砂量2,400m³である。これに伴って多量の土砂が流出し、下流側の住宅地に氾濫した。侵食発生源では農地と林地が被害を受けた。斜面の地質は基盤を占める溶結凝灰岩とそれを覆って分布するシラス（厚さ10数m以上）から成る。シラスは新規の火山灰で覆われる。谷頭部からは常時湧水があり、難透水層の溶結凝灰岩が比較的浅い位置にあることを示唆している。侵食が発生した斜面はいわゆるシラス谷の谷頭に位置する。その横断形及び縦断形は凹型で、傾斜は30度である。斜面の上部は畑地さらに林地として土地利用がなされている。溶結凝灰岩との境界面に沿って形成された地下水の水位が豪雨に伴って上昇、その水面が斜面の表面に滲み出したこと（パイピング）により斜面内部のシラスが一気に吹き出し、空洞になった斜面が陥没した。

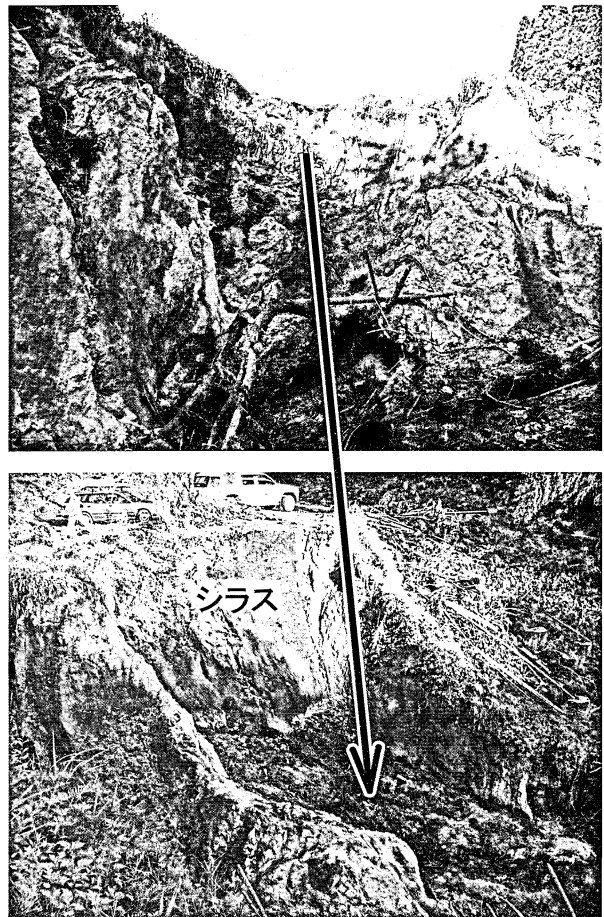


図-7 薩摩郡さつま町永野における陥没型侵食の発生状況

4.6 薩摩郡さつま町求名 (図-2の⑥, 図-8)

この災害は7月22日の10時頃に発生した。災害発生場所に近いさつま町雨量観測地点における災害発生までの連続雨量は305mm, 災害発生時の時間雨量は21mm/hr, 連続雨量内の最大時間雨量は51mm/hrであった。豪雨に伴う地下水の上昇によって発生したシラスの地下水型侵食である。シラスと溶結凝灰岩の地質境界面に沿って地下水が湧出(パイピング現象が発生)し, シラス層内の土砂を流出させ, 小規模な空洞が形成された。その規模は幅2m, 高さ3m, 長さ3mで, 小規模である。斜面の地質は基盤を占める溶結凝灰岩とそれを覆って分布するシラスから成る。溶結凝灰岩とシラスの境界面は斜面の中腹部に現れており, それに沿って常時湧水がある。斜面の横断形はやや凹型, 縦断形は凸型で, 傾斜(平均)は40度程度である。斜面裾部には崖錐が形成され, 宅地として利用されている。侵食によって生じた空洞の左側斜面には過去の地下水型侵食跡とみられる陥没地形が確認された。溶結凝灰岩とシラスの境界面に沿って地下水が湧出, その作用で斜面内部のシラスの一部が侵食を受け流出, 空洞が形成された。

以上, 調査地でみられた侵食・斜面崩壊の形態として, シラス, 堆積岩および安山岩の斜面の表層崩壊, シラス斜面のパイピング崩壊, シラス斜面あるいはローム層と風化シラスにおける肩部の崩落, シラス崖の下部に形成された崖錐斜面の崩壊, シラス斜面の谷頭部で発生した落水型侵食および陥没型侵食, シラスの地下水型侵食が挙げられる。



図-8 薩摩郡さつま町求名における地下水型侵食の発生状況

5. 崩壊発生の降雨条件

図-9は, シラス斜面で発生した表層崩壊とパイピング崩壊について, 降雨の開始から崩壊発生までの連続雨量と, 崩壊発生時の時間雨量(a)および連続雨量内の最大時間雨量(b)の関係

量(b)の関係を示したものである。図中のプロットは, 2006年7月の豪雨と1972年7・8月の豪雨(春山・下川, 1972)によって調査地内で発生し, 崩壊発生時刻が判明しているデータである。分析に使用した雨量は, 発生場所に最も近い川内, 宮之城, 大口の各土木事務所で観測されたデータである。図によると, 表層崩壊は連続雨量250~400mm程度, パイピング崩壊は連続雨量600~800mm程度で発生している。表層崩壊とパイピング崩壊における崩壊発生時の時間雨量は似たような値を示すものの, 最大時間雨量でみるとパイピング崩壊の方が大きな値である。パイピング崩壊と表層崩壊の発生の降雨条件は大きく異なる。今回の豪雨によるシラス斜面のパイピング崩壊は, 連続雨量600mm以上, 最大時間雨量70mm/hr以上という総量・強度ともに大きな雨量のもとで発生している。

6. 侵食・斜面崩壊による崩壊土砂量

調査地で発生した侵食・斜面崩壊の土砂量を表-1に示す。パイピング崩壊および崖錐斜面崩壊の土砂量は1,014~3,150m³, 表層崩壊のそれは100~700m³である。パイピ

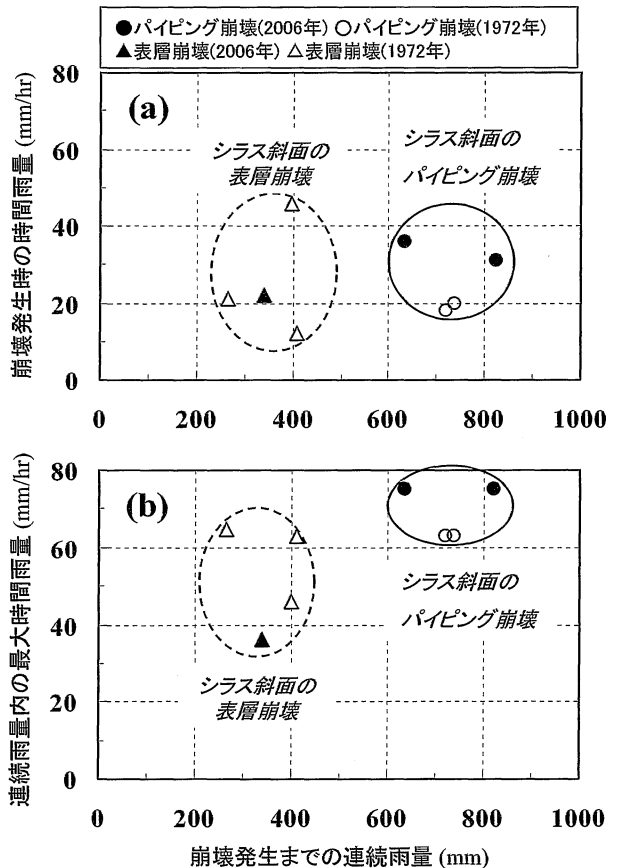


図-9 降雨の開始から崩壊発生までの連続雨量と, 崩壊発生時の時間雨量(a)および連続雨量内の最大時間雨量(b)の関係

表-1 侵食・斜面崩壊による崩壊土砂量

崩壊場所	侵食・斜面崩壊の形態	崩壊物質	基盤の地質	崩壊土砂量 (m ³)
⑩伊佐郡菱刈町下手	パイピング崩壊	風化シラス	シラス	3,150
⑫大口市曾木	パイピング崩壊	風化シラス	溶結凝灰岩	3,000
⑦伊佐郡菱刈町前目	パイピング崩壊	風化シラス	シラス	1,800
⑭伊佐郡菱刈町荒田	パイピング崩壊	風化シラス	シラス	1,014
⑧伊佐郡菱刈町重留	崖錐斜面の崩壊	シラスの崖錐堆積物	シラス	1,380
⑨大口市里	表層崩壊	表土	シラス	700
④薩摩郡さつま町永野	表層崩壊	表土	安山岩	510
①薩摩郡さつま町東郷	表層崩壊	表土	堆積岩	250
②薩摩郡さつま町鶴田	表層崩壊	表土	シラス	100
⑪伊佐郡菱刈町下手	肩部の崩壊	ローム・風化シラス	溶結凝灰岩	825
⑬大口市曾木	肩部の崩壊	風化シラス	溶結凝灰岩	220
⑤薩摩郡さつま町永野	陥没型侵食	シラス	溶結凝灰岩	2,400
③薩摩郡さつま町鶴田	落水型侵食	シラス	シラス	270
⑥薩摩郡さつま町求名	地下水型侵食	シラス	溶結凝灰岩	18

ング崩壊および崖錐斜面崩壊による土砂量は、表層崩壊のそれに比べて非常に大きい。また、陥没型侵食の土砂量は2,400m³、落水型侵食および地下水型侵食のそれはそれぞれ18m³、270m³を示している。陥没型侵食は、落水型侵食および地下水型侵食に比べ生産される土砂が非常に大きい。

謝 辞

現地調査および資料収集に関しては、(社)鹿児島県治山林道協会ならびに鹿児島県川薩農林事務所に変にお世話になった。ここに記して心から謝意を表します。

引用文献

- 春山元寿・下川悦郎 (1972)：昭和47年6・7月豪雨によって鹿児島県内に発生した斜面崩壊の実態，土と基礎，21(7)，13-16
- 鹿児島県危機管理局 (2006)：平成18年7月鹿児島県北部豪雨災害による被害状況 2006年9月1日発表報告
- 鹿児島県総務部 (1972)：昭和47年 災害の記録
- 鹿児島地方気象台 (2006)：観測資料

要 旨

鹿児島県北部において、2006年7月18～23日の豪雨により発生した土砂災害の実態について調査した。得られたおもな結果は、以下の通りである。

- (1) 調査地でみられた侵食・斜面崩壊の形態として、シラス、堆積岩および安山岩の斜面の表層崩壊、シラス斜面のパイピング崩壊、シラス斜面あるいはローム層と風化シラスにおける肩部の崩落、シラス崖の下部に形成された崖錐斜面の崩壊、シラス斜面谷頭部で発生した落水型侵食および陥没型侵食、シラスの地下水型侵食が挙げられる。
- (2) シラス斜面の表層崩壊は連続雨量350mm程度、最大時間雨量40mm/hr程度、パイピング崩壊は連続雨量600～800mm程度、最大時間雨量75mm/hr程度で発生しており、両者の崩壊発生の降雨条件は大きく異なる。
- (3) パイピング崩壊および崖錐斜面崩壊の土砂量は、表層崩壊のそれに比べて非常に大きい。また、陥没型侵食は、地下水型侵食および落水型侵食に比べ生産される土砂が非常に大きい。