

III-2 熱水変質粘土に起因した斜面崩壊の発生機構の検討

愛媛大学工学部 正○中島 淳子

愛媛大学工学部 正 矢田部龍一

香川大学工学部 正 長谷川修一

1. はじめに

昨年7月の九州南部豪雨により鹿児島県菱刈町前目地区で緩斜面の崩壊が発生し、2名の方が亡くなられた。緩斜面で崩壊が発生する場合には、隣接する他の地点と異なる要因がある。それを解明しておくことは重要なことである。そこで、緩斜面で大規模な崩壊が発生した理由を地質学的に、鉱物学的に、土質力学的に検討した結果を報告する。

2. 崩壊状況

崩壊の規模は平均幅 40m、高さ 50m、平均崩壊深 4m、崩壊土砂量 3000m³程度である。崩壊土砂は、斜面上にあった杉の立木を伴って移動、家屋を押しつぶし、百数十メートル下方の平坦部の水田まで到達している。崩土は前日からの豪雨で流動性が高くなっていたと考えられ、スギの流木とともに水田に拡散して堆積している。崩れた斜面の下方、被害を受けた住宅地のがけ側には昭和 60 年に土留工が設置されていたが、崩土がその上を乗り越えて移動しており、損傷は受けていなかった。

崩壊の発生地点は、川内川支流山田川の右岸側、丘陵（標高 320m）南向斜面の中腹部である。斜面勾配は 23° で比較的緩やかで、特に集水地形をなしているわけではなく、斜面崩壊の発生するような地形ではない。

崩壊は斜面の中腹部で発生している。植生は樹齢 40・50 年生の杉・松の人工林からなる。松は斜面の上腹部に、杉は中・下腹部に分布

している。崩れた斜面の上部には松が立っていたようで崩土とともに倒木となって崩壊地内に散在している。この地域には第四紀の安山岩質火山岩類が広く分布している。崩壊部においても基岩は輝石安山岩で、全体として熱水変質を受け、風化が激しく、スメクタイト脈が形成されており、玉ねぎ状変質岩も多く見受けられる。

図-1、図-2 に模式断面図を示す。崩壊地に向かって右側及び左側の滑落崖は D_H 級の変質した安山岩からなり、滑落崖頭部は C_M~C_L 級の比較的新鮮な安山岩が露出している。また右側及び中央部の同程度の標高位置に、崩石土直下に湧水が見られ、中央部の湧水地点から下のすべり面には、熱水変質によると考えられる、著しく粘土化した強変質安山岩が認められる。崩壊地から 1km 東には、菱刈鉱山があり、浅熱水性鉱脈型金銀鉱床で約 65℃ の温泉水が湧出しており、これはスメクタイト帯の変質帯の温度と一致し、当崩壊地でも同様の熱水変質によりスメクタイト脈が形成されていると考えられる。

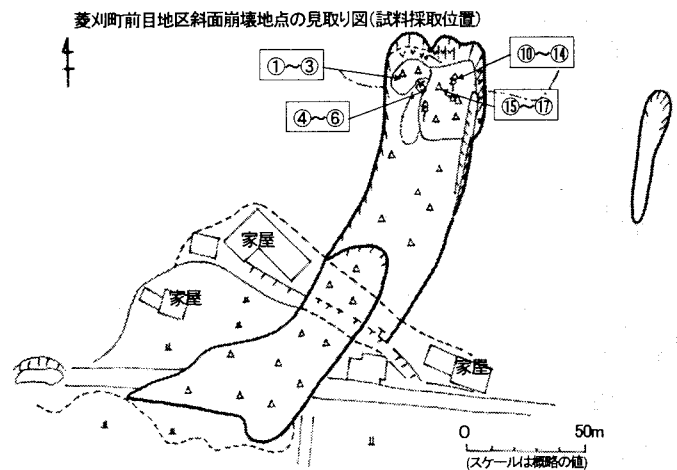


図-1 崩壊地の見取り図

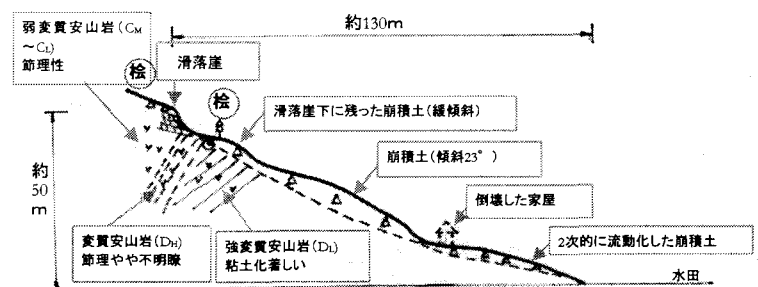


図-2 斜面崩壊地の模式断面図

3. 崩壊の発生機構

斜面の崩壊に熱水貫入が影響していたであろうことが現地調査により確認された。そこで、熱水貫入によりどのような粘土鉱物が生成されたのか、また、粘土化した土がどの程度のせん断強度を示すのか求めるためにX線回折試験ならびにリングせん断試験を行った。

試料の採取位置を図-1に併記してある。表-1にX回折による分析結果を示す。X線回折結果より主な含有鉱物はスメクタイト、雲母、カオリナイト、長石、石英であることが明らかとなった。膨潤性鉱物はスメクタイトが多量に含まれている。図-2に膨潤性鉱物の含有が同定された試料の回折図の一例を示しておく。

鉱物分析の結果、スメクタイト脈が構成されたことと、熱水により輝石安山岩が風化・変質し、スメクタイト化していることが崩壊の主要因の一つであることが明らかになった。

せん断試験結果を表-2に示す。試料21はすべり面となった基岩表面の風化したものであり、試料22は頭部左側の滑落土塊から採取したものであり、試料22は斜面の右側の滑落崖から採取した。試料21以外は採取した粒度のみで試験しているが、試料21では $74\mu\text{m}$ 以下の細粒土についてもせん断試験を行った。

現地の粒度組成のままの試料では、 ϕ_d が 30° 前後、 ϕ_r が 27° 程度とスメクタイトを含む割にせん断抵抗角は大きい。なお、 $74\mu\text{m}$ 以下の細粒土では、 ϕ_d が 18° 、 ϕ_r が 13° 程度とかなり小さくなる。これから熱水貫入により生成されたすべり面粘土の ϕ はかなり小さかったと考えられる。

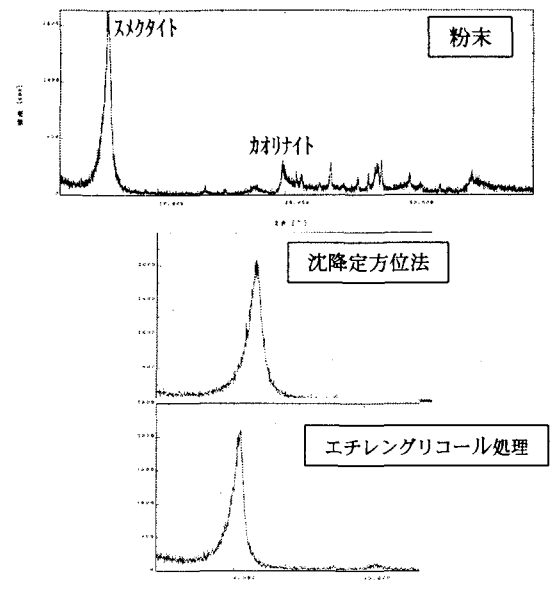


図-3 X線回折図

表-1 X線回折結果

鹿児島 菱刈	Sm	Mus	Kao	Fel	Q	膨潤性鉱物	雲母系スメクタイト
1 すべり面 赤 粘土	**		*	*	*	**	
2 すべり面 緑 粘土	*		*	*	*	*	
3 すべり面 茶 粘土	*		*	*	*	*	
4 流水槽 基岩 変質帯 緑 粘土	*	*	*	*	*	*	
5 ひん岩 基岩 変質帯 緑 粘土	*		*	*	*	*	
6 ひん岩 基岩 右 茶 粘土	*		*	*	*	*	
7 基岩 熱水 風化土 粘土	*		*	*	*	*	
8 流入粘土 茶	*		*	*	*	*	
9 上部 ひん岩 紫 熱水 粘土	**		*	*	*	**	
10 上部 ひん岩 茶 熱水 粘土	***		*	*	*	*****	
11 上部 ひん岩 熱水帯 下部 変質帯 紫	**		*	**	*	**	
12 上部 ひん岩 熱水帯 下部 変質帯 風化岩	*	*	*	*	*	*	
13 上部 ひん岩 熱水帯 熱水脈 礫 茶	**		*	*	*	***	
14 上部 ひん岩 熱水帯 上部変質 弱 礫	*			**	*	*	
15 頭部 流入粘土①		*	*	*	*	*	
16 頭部 流入粘土②		*	*	*	*	*	*
17 柱状節理の粘土		*	*	*	***	*	*
18 頭部 安山岩		*	*	*	*	*	
19 崩壊源 末端部 安山岩 礫		*	*	*	*	*	
20 頭部 フレッシュ 岩	*		*	**	*	*	
21 左側面滑落	*		*	*	*	*	
22 ベース 黄～緑	*		*	*	*	*	
23 緑～褐色	*		*	*	*	*	

Sm:スメクタイト, Mus:雲母, Kao:カオリナイト, Fel:長石, Q:石英

4. あとがき

緩傾斜ののり面で発生した菱刈地区の斜面崩壊は熱水貫入によるスメクタイト粘土脈と、地下水の供給源となった亀裂の発達した輝石安山岩が影響していることが明らかになった。

强度的な弱面の存在と地下水の供給源の存在は斜面崩壊の主要因である。このような観点からの調査が必要である。

表-2 リングせん断試験結果

	試料21	試料21(74 μm 以下)	試料22	試料23
ϕ_d	30.2°	18.5°	29.2°	28.9°
ϕ_r	27.1°	13.4°	27.6°	27.1°

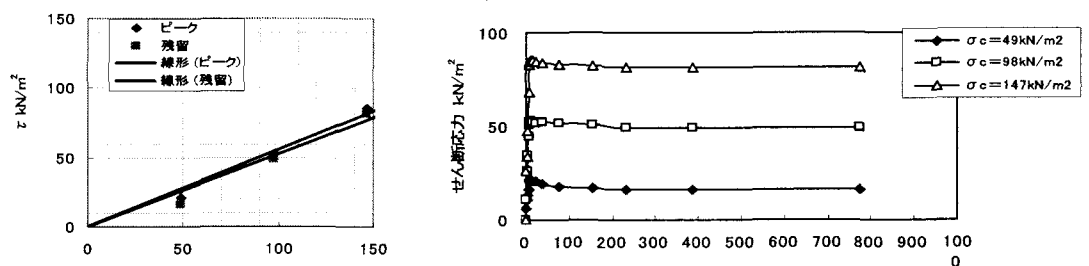


図-4 リングせん断試験結果