

26 熊本県一の宮町泥流・流木災害 —崩壊・土石流の発生と土質特性—

建設省土木研究所 ○草野慎一

石川芳治

福澤 誠

荒谷建設コンサルタント株 山下祐一

1. はじめに

平成2年7月1～2日にかけて、九州中北部では梅雨前線の活発化により集中豪雨が発生し、各地で土石流、崖崩れ、地すべり等が発生した。その中でも阿蘇カルデラ内の北部に位置する一の宮町での土石流、流木による災害は大きく、死者12名を含む甚大な被害を与えた。

今回この地域の土石流発生源について行った、現地調査と土質試験の結果をまとめた。またその結果と、ここ数年で発生した他の地域の土石流発生源調査結果を合わせて検討したので報告する。

2. 研究の目的

土石流災害への対策としては、おもに渓流の中・下流における砂防ダム等の構造物によるハード的な方法と、警戒・避難等のソフト的な方法とが採られている。土石流災害を計画、実施する場合、崩壊・土石流の発生場所、時刻、発生土砂量、発生形態が事前に推定できれば効率的に対策が実施できる。そこで今回の一の宮町の災害調査結果と、当研究室で過去に行った土石流の調査結果とをあわせて、崩壊、土石流の発生について検討した。

3. 熊本県一の宮町災害調査結果

3.1 気象概要

平成2年7月1～2日にかけて九州地方に停滞していた梅雨前線が活発化して集中豪雨が発生し、時間雨量67ミリ（2日9～10時）、3時間降雨量189ミリ（2日8～11時）、24時間雨量410ミリにも達した。この豪雨により7月2日9時頃土石流、泥流が発生した。

3.2 調査方法

調査地点は図-1に示す14箇所である。このうち表-1に示した8つの斜面については、土質試験を行った。また物理・力学試験を行ったN0.1, 2, 3, 4, 7の調査地点については、崩壊地層と崩壊

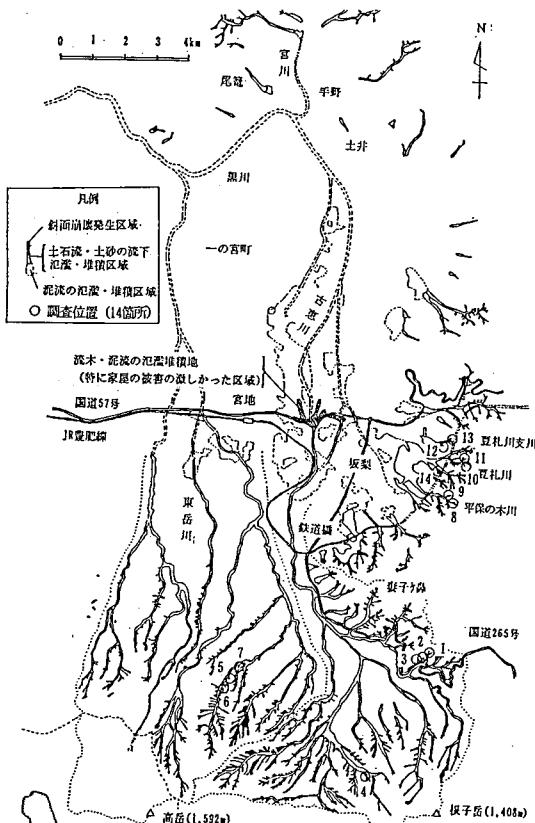


図-1 熊本県一の宮町災害状況及び調査位置図

面下部地層との、すべり面をはさんだ上下二層での試験を行った。

3.3崩壊地の特性

土石流発生地区的地層は表層1~2mに黒ぼくや崖錐層が分布し、それ以深は半固結の火山灰や角礫層、溶岩、火碎岩が基盤となっている。

崩壊地層は黒ぼくが主体であり、崩壊面は黒ぼくや崖錐堆積物と基岩の境界付近が多く、表層剥離タイプの崩壊である。数は多くないがカルデラ壁の溶岩壁で発生している崩壊は、基岩である火碎岩、溶岩の部分で崩落している。崩壊形状は、幅7~30m(平均21m)、長さ10~100m(平均46m)、深さ0.4~3.0m(平均1.5m)であり、崩壊地の勾配は32~56°(平均43°)であった。崩壊地の長さは崩壊地の位置でかなり変化している。

3.3.1比重

比重は2.61~2.92の範囲にあり、全体の平均は2.73である。崩壊地層の平均は2.68であり、崩壊面の下部層の平均2.48と比べて若干の差がある。

3.3.2粒度特性

土質試験の対象が黒ぼくや火山灰であることから、礫分はほとんど含まれていない。礫分0~30%(平均3%)、砂分15~43%(平均28%)、シルト分38~59%(平均51%)、粘土分7~30%(平均18%)であり、細粒土に分類できる。

3.3.3含水比、液性限界、塑性限界

含水比は60~150%と全体的に大きい。液性限界と塑性指数による日本統一分類によると火山灰質粘性土に分類される。

3.3.4密度特性

湿潤密度は1.1~1.4kgf/cm³程度と小さく、関東ロームの密度と同程度である。一般的な土の湿潤密度1.6~1.7kgf/cm³に比べると小さい。崩壊地層では1.1~1.2kgf/cm³、崩壊面下層部では1.2~1.4kgf/cm³であり、少し差が認められる。また崩壊地層と同様な地形における、未崩壊地の値との差もほとんどない。

3.3.5せん断特性

一面せん断試験はCU試験を行った。試験結果は以下の通りである。

崩壊地層 : $C_{cu} = 0 \sim 0.17 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi_{cu} = 16^\circ \sim 19^\circ$

崩壊下部層 : $C_{cu} = 0.4 \sim 0.69 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi_{cu} = 7^\circ \sim 44^\circ$

これから、崩壊面の上と下でかなりせん断特性が違うことがわかる。特に粘着力に差が認められる。

3.3.6透水性

透水試験は室内透水試験(定水位法)で行った。その結果、透水係数は $3 \times 10^{-4} \sim 3.7 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ であった。今回の調査では崩壊地層と崩壊面下部層との透水係数の差は顕著ではなかった。

3.3.7概略流動化指數

表-1 土質調査地点

調査地点番号	地域	物理試験	力学試験
1	古恵川	○	○
2		○	○
3		○	○
4	根子岳	○	○
7	東岳川	○	○
8	平保ノ木川	○	
10	豆札川	○	
13	豆札川支川	○	

Ellenら (1987)¹⁾ らが、土石流の流動化のしやすさを示す指標として、概略流動化指数 (Approximate Mobility Index) を提案している。これは土砂の飽和時の含水比に対する液性限界の比をとったものである。すなわち、 $AMI = (\text{土砂の飽和時の含水比}) / (\text{液性限界})$ である。この値は次のように半断されている。

$AMI < 0.45$ 流動化しにくい (土石流にはなりにくい)

$0.45 < AMI < 1$ 流動化するためには含水比の増加が必要

$1 < AMI$ 容易に流動化する

液性限界は現実の崩壊に比べて、非常に薄い試料に対する値であるが、流動化を判断する指標に用いるにはかなり適した値であると考えられる。

図-2に今回の災害の結果を示す。土石流化した崩壊地は、いずれも $AMI > 1$ の範囲にあり、指標としての有効性は高いと考えられる。

4. 他の地域も含めた土石流発生源の土質特性

土石流は斜面崩壊を起因に発生していることが多い。ここでは土石流発生源の崩壊地について、今回の熊本での災害と、以前に発生した昭和57年7月の長崎災害、昭和61年7月の京都府南部災害、昭和62年8月山形温海町災害、昭和63年7月の広島県加古川町災害、平成元年9月の愛知県伊香川災害を事例とし、主として土質特性について比較検討した。対象となった溪流は27溪流。

土層観察や土質試験を行った崩壊地は44箇所である。

4.1 崩壊形状

崩壊地の斜面勾配と平均崩壊深さの関係を図-3に示す。平均崩壊深は1.5m以下のものが多い。また斜面勾配40°以下では崩壊深は様々な値をとるが、40°以上になると、斜面上に崩壊可能土砂が堆積あるいは形成された場合、あまり厚く堆積する前に崩壊するためか、崩壊深は1.0m以下のものが多くなる。

4.2 粒度特性と降雨との関係

土石流発生前3時間雨量と粘土分含有率の関係をまとめたのが図-4である。これによると降雨量が多くなるにつれて、土石流の発生した崩壊地層の粘土分含有率が増加する傾向がある。すなわち粘土分の少ない地層は、降雨量が少なくても崩壊し、土石流化しやすいが、粘土分

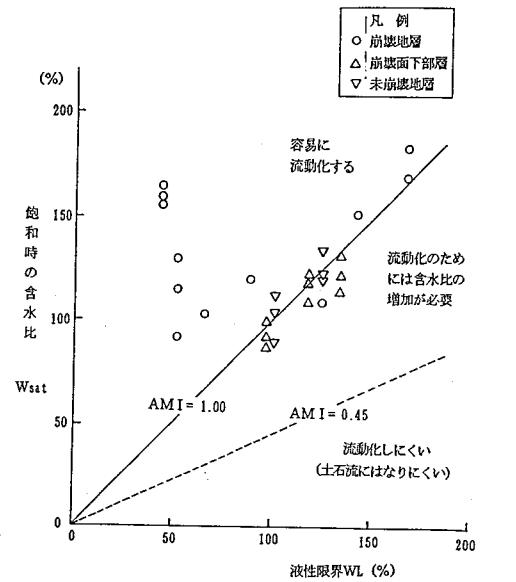


図-2 概略流動化指数図 (熊本県一の宮町災害)

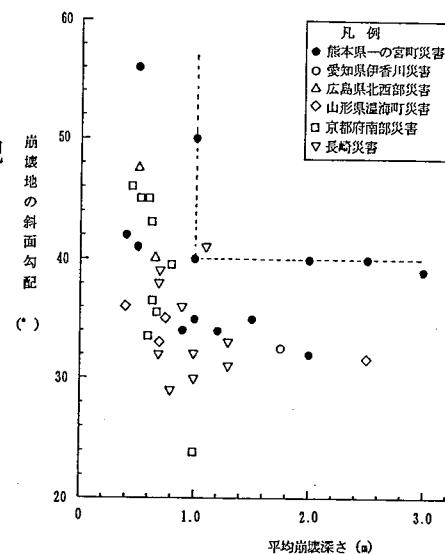


図-3 崩壊地斜面勾配-平均崩壊深さ関係図

が多い地層は降雨が多く降らないと土石流化しないことを示している。図-5に三角表示による粒度分布を示す。斜面が崩壊後に、土石流として流動化するか否かの簡単な指標として、前述のEllenらは粘土分含有率をとりあげている。すなわち、粘土分が多いと変形に抵抗する粘着力が大きくなる。また、粘土は透水性が小さい上に、自ら潤湿し、吸水するために、流動化するのに必要な水が多くかかる。そのため粘土分が多いと土石流化しにくいと考えられるからである。図-5に示すとおり、粘土分25%以下がほとんどであり、5~20%の間に集中している。この結果は先に述べた降雨量との関係を裏打ちするものであり、高い精度は期待できないが、大まかな判定には有効と思われる。

5. まとめ

土石流発生源となる崩壊地の土質特性について、熊本県一の宮町の事例を中心に検討した。特に土質特性については、粘土分が土石流の発生限界降雨に、また概略流動化指数が土石流の流動化に対して有効な指標になるのではないかという結果を得た。今後さらにデータを蓄積・検討したうえで、最終的に土石流の発生と土質、地形特性との関係を明らかにし、発生源での対策に結びつくような研究を進めて行きたいと考える。

参考文献

- 1) S.D.Ellen・R.W.Fleming: Mobilization of debris flows from soil slips, San Francisco Bay region, California, Geological Society of American Reviews in Engineering Geology, Vol.VII, p31-40, 1987
- 2) 片岡順他: 土石流発生及び規模の予測に関する研究, 文部省科学研究費 重点領域研究「自然災害の予測と防災力」研究成果, p5-8, 1990, 3
- 3) 石川芳治・志田武志: 平成2年7月2日熊本県一の宮町で発生した泥流・流木災害について, 新砂防vol.43, no.2, p63-66, 1990

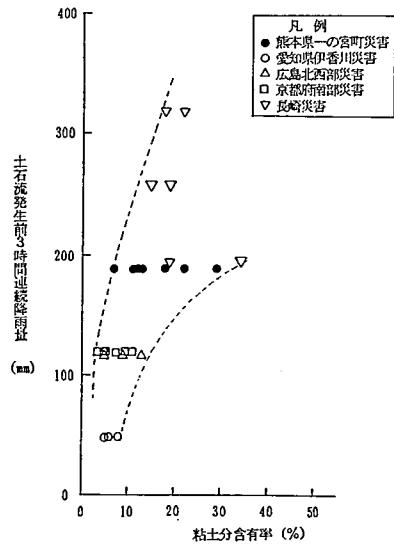


図-4 3時間降雨量-粘土分関係図

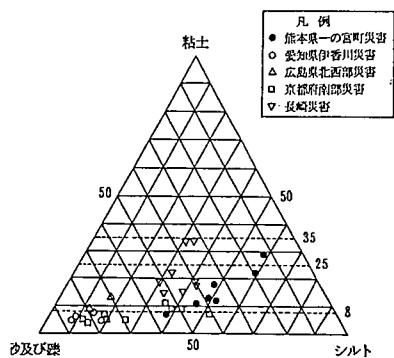


図-5 崩壊地層の粒度特性