

九州大学大学院 農学研究院 森林資源科学部門森林保全学研究室 ○久保田 哲也, 大村 寛、ハスナウィル

1. はじめに

2003 年と 2004 年の九州地方や西日本各地の梅雨と台風による土砂災害、新潟県中越地震による土砂災害は記憶に新しいが、九州東部では 2005 年 6-7 月の梅雨及び 9 月の台風 14 号により強い降雨が集中したため数々の崩壊が見られた。特に、大分県、宮崎県、鹿児島県では多くの犠牲者が出た。

このような災害を軽減する目的で、崩壊・土石流危険箇所の把握、警戒・避難システム・土地利用規制などが検討されているが、このためには崩壊・土石流の発生メカニズムと地質・地形・相対的の流下距離(等価摩擦係数)の関連を知ることは、重要と考えられる。ここでは、九州地方について、これらに関する現地調査・地形解析などを行ったので報告する。

2. 研究対象と方法

地形・地質要因の研究対象としての崩壊・土石流は、2005 年の福岡県西方沖地震時を含む 2003 年以降に発生したものとし、発生斜面勾配などの地形、及びその地質的特徴を現地調査、航空写真判読などにより調べ、その相対的の流下到達距離を等価摩擦係数 M_f (流下高さ÷流下水平距離) を計測することにより検討した。

3. 結果

まず、2005 年に発生した崩壊の調査概要を述べる。

① 2005 年 7 月の大分県日田市の崩壊・土石流：地質は凝灰角礫岩・凝灰岩と見られ、風化して極めて脆い。 M_f は約 0.45 程度となる。この値は、2001 年の阿蘇山の火山灰・火砕流堆積物における崩壊や、1999 年広島災害の土石流における最大 0.35 程度よりはやや大きい。

② 2005 年 9 月 6 日の台風 14 号による大分・宮崎・鹿児島島の災害(写真 1, 2)：阿蘇火砕流堆積物からなる大分県竹田市の崩壊では、 $M_f=0.231$ 程度、概ね同じ地質の宮崎県高千穂町の崩壊では 0.606~0.538 程度、日之影村では 0.395~0.526、安山岩質の大分県湯布院町の土石流では 0.296 程度となる。また、火砕流堆積物が崩壊していると推定される山之口町の崩壊では M_f は約 0.275 の他、地質的には砂岩が卓越するとされる田野町鰐塚山の大規模崩壊群では $M_f=0.176\sim0.265$ 程度と推計された。地質がシラスの鹿児島県垂水市では、大きな被害のあったものは 0.200 から 0.271 であるが、崩壊のみの発生箇所では 0.6 程度のものが多い。



写真 1 2005 年 9 月台風 14 号宮崎県山之口崩壊

M_f は崩壊土体積 V と相関があるとされるので (Voight et. al. 1985)、前述の崩壊・土石流の誘因別の V (百万 m^3) と M_f の関係を図 1 に示す。

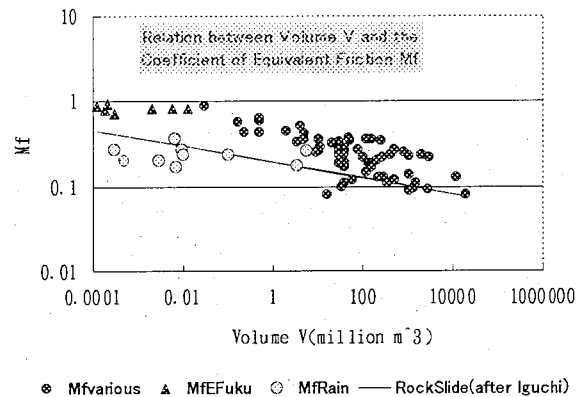


図 1 崩壊体積 V (百万 m^3) と M_f の関係

誘因の凡例：○降雨、△地震、●混合(既往研究)、
図中の直線は「岩屑なだれ(井口 2006)」

その結果、2003 年梅雨~2005 年台風 14 号災害の強い降水で生じた崩壊(土石流化含む)の M_f は図中の既往研究の大規模崩壊などより小さく、岩屑なだれ(井口 2006)よりもやや小さい。つまり、相対的に流下到達距離が長いことが分る。一方、2005 年福岡県西方沖地震による崩壊の M_f は大きな値を示す。これは地震発生時が 3 月で、それ以前に降雨がほとんどなく、地層が乾いた状態であったことから、崩土の流動化が起こらなかったためと思われる。

また、後に述べる竹田市の崩壊や宮崎県高千穂町、山之口町の崩壊など火砕流堆積物の地域は M_f が他の地質より相対的に小さく、流動性が大きくなる可能性が

見られた(久保田 2005)。

4. 大分県竹田市荻町大字南河内仲村地区の崩壊

ここでは南東斜面に発生した崩壊が民家を直撃し3人が被災した(写真2)。降り始めから崩壊発生までの雨量は凡そ467mm、崩壊の発生した11時~12時には、それぞれ31mm/h、27mm/hの強い雨を記録していた。

崩壊地は、阿蘇外輪山から続く緩い台地が滝水川によって浸食された谷に位置し、崩壊は滝水川の左岸の侵食前線下部に生じた。全体的に見て崩壊地は尾根地形であるが、局所的にはやや凹型の緩斜面である。

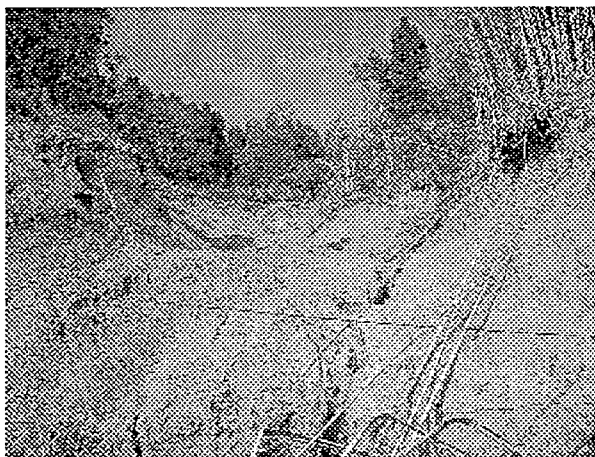


写真2 大分県竹田市荻町の崩壊源頭部

崩壊地脚部には取水設備が見られ、普段から土壌水分量の多い地点であったと考えられる。植生は一部ヒノキのスギ林・雑木林で斜面下部は竹林となっている。また、滑落崖上縁には人道が通っている。現地調査時の測量と地形解析に基づくと、崩壊部の平均勾配は約20度で、長さは約135m、最大幅35m程度と見られる。流下距離は約260mで、等価摩擦係数 μ は0.231から0.255程度。2003年大宰府花崗岩斜面災害の土石流の0.217~0.357と同程度と考え得る。崩壊の深さは脚部で凡そ7m、崩壊源頭部では11mに達する。流出土砂量は凡そ15000 m^3 に及ぶと考えられる。この地点一帯には阿蘇火砕流堆積物が分布し、崩壊部も軽石等阿蘇火山由来の火山碎屑物よりなる。基盤は阿蘇-4火砕流堆積物と思われる。また、すべり面と思われる地層のサンプル採取を行い、一面せん断試験などを行った後、簡便ヤンプ法による安定解析を行った。その結果、地下水面が上昇し土層が飽和状態の場合、崩壊源頭部の安全率 F_s は約1.38と崩壊しないことになるが、これはすべり面が比較的緩いためと思われる。その下の崩壊部下部の F_s は0.7程度となる(地下水位が低いと考えると F_s は1.3程度になる)ので、まずこの下部が降雨に伴う地下水の上昇により崩壊し、そのために上部の源頭部が不安定化して崩壊したとも推定できる。こ

のことは、「11時40分頃にまず小規模崩壊が発生し、その10分ほど後に大規模な崩壊が発生した」という証言と一致する。また、単位体積重量は1.5~1.6 tf/m^3 とやや軽く、透水係数は $8 \times 10^{-4}cm/s$ 程度であった。この値は、当研究室の阿蘇山地(根子岳周辺)における火山堆積物層の既往研究結果と同程度の値となっているが、土質強度は本件の方がやや小さい。

森林植生の影響：過去の航空写真から崩壊地頭部は1976年以降に耕作が放棄され、笹や灌木が侵入した場所であったと考えられる。一方、脚部は1976年以降の耕作放棄地に竹林が侵入した場所と考えられる。また、中間部は少なくとも樹齢29年以上の植林地であると考えられる。現地調査から崩壊地の立木密度3000本/ha、平均樹高15m、平均胸高直径26cmなので、これにスギの標準的な単位体積重量を用いて樹木荷重を推定すれば、約150t余りとなる。この荷重を斜面に加えて安定解析を行うと、 F_s は上部で約1.36、下部で0.695となるが、前述の荷重を考えない安全率と比較すれば、森林荷重の崩壊への影響は小さいことが分かる。さらに、崩壊深が大きいので、台風の強風に伴う樹木振動が原因となる土質強度低下の影響もないと考えられる。ちなみに、倒木の根系調査により根系の深さは0.5m程度と考えられ、今回の崩壊深さでは樹木の根による斜面安定化効果も見込めない。

5. まとめ

竹田市の崩壊など火砕流堆積物が崩壊しているものは、片岩などの斜面よりもMfは相対的に小さい。つまり、流動性が大きくなる可能性が見られる。これは、地下水の豊富な斜面にある密度の低い堆積物の特徴(海堀1999)と思われる。このような傾向は1984年の長野県西部地震における御岳火山斜面などでも見られたこと(谷口ら1986)であり、注意を要する。

引用文献：①井口隆(2006)：日本の第四紀火山で生じた山体崩壊・岩屑なだれの特徴、地すべり学会誌、42(5)、29-40。②海堀正博(1999)：崩壊土砂の流動性に関する研究、科研費基盤研究(A)「地震に対する林地の安定性と山地災害に関する総合的研究」成果報告書、175-185。③久保田哲也(2005)：崩壊・土石流の発生機構と等価摩擦係数-九州-、2005台日土砂災害防治検討会論文集、中華防災学会、8-1-8-8。④谷口栄一、久保田哲也、桑原徹郎(1986)：長野県西部地震による松越地区の斜面崩壊調査、土木技術資料、28(1)、59-65。⑤Voight, B., Janda, R.J., Glicken, H., Douglass, P.M. (1985): Discussion on "Nature and mechanics of the Mount St. Helens rockslide - avalanche of 18 May 1980, Geotechnique, 35(3), 357 - 368.