

2005年台風14号による宮崎県の土砂災害

GEODISASTERS IN MIYAZAKI PREFECTURE AREA CAUSED BY TYPHOON NO.14 IN SEPTEMBER 2005

瀬崎 満弘¹・澤山 重樹²・長友 貞文²・松本 一春³

Mitsuhiro SEZAKI, Shigeki SAWAYAMA, Sadafumi NAGATOMO and Kazuharu MATSUMOTO

¹ 宮崎大学 土木環境工学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

E-mail : sezaki@civil.miyazaki-u.ac.jp

² 宮崎県地質調査業協同組合 (〒880-0925 宮崎市大字本郷北方2043番地)

³ 基礎地盤コンサルタンツ (株) 宮崎事務所 (〒880-0856 宮崎市日ノ出町142-3 タイコービル3F)

Key Words : debris flow, heavy rainfall, slope failure, typhoon, volcanic ash soils

1. はじめに

2005年9月4日～7日にかけて九州を通過した台風14号(図-1)は、宮崎、鹿児島、大分を中心に甚大な被害をもたらした。台風14号の速度は時速10km～20kmと遅く、強い雨が長時間継続した。特に台風の進路方向の右側に位置する九州山地東側では、強い雨雲が滞留した。アメダスデータによる累積雨量は、鹿児島県大隅で900mm、宮崎県神門では1300mmを超える記録的な豪雨となった。各地で河川が氾濫し6000戸以上の家屋において床上浸水となった。また、土砂災害も各地で発生し、台風14号による死者行方不明者29名の内、22名が土砂災害で亡くなった。一方、宮崎県では土砂災害による山村の孤立が長期間続き、災害時の危機管理が問題視された。

ここでは、宮崎県で発生した土砂災害について、発生状況と特徴、地盤・降雨状況、発生メカニズムなど、災害発生直後に調査を行って得られた知見に、その後の調査を加味して述べることにする。

2. 降雨概要

九州地方での9月4日～6日にかけての累積雨量を図-2に示す。前述したとおり、宮崎県ではほとんどの観測点で過去の記録を塗り替える豪雨となった。この台風14号では、9月4日～6日までの3日間に東臼杵郡美郷町神門で累積雨量が1321mm(アメダス)、宮崎市高岡町で722mm(国土交通省)が観測された。台風14号が南西諸島付近にあり、九州にゆっくりと近づきつつあった9月4日～5日の午前中までに、神門では時間当たり最大でも

20mm前後の雨で、ほとんど降らない時間帯もあった。その後、台風が鹿児島島の西に近づくとつれて、台風中心から北の地域では南風とともに雨が強くなり、最大時間雨量は70mmに達し、30mm前後の雨が十数時間継続した。

一方、高岡町では4日～5日の午前中にかけて時間当たり最大で40mmの雨が降り、その後は台風の接近にもかかわらず雨量はさほど増加しないという状況であった。

3. 土砂災害の概要¹⁾

宮崎県では、東臼杵郡椎葉村の岩屋戸ダム上流の耳川右岸斜面(写真-1)や日南市北郷町の広渡ダム上流部の斜面など、北向き斜面で崩壊土砂量が100万m³にも達するような大規模な山腹(体)崩壊が10箇所近く発生した。また、基盤岩上の火山性堆積物の崩壊も多いのが特徴的であった。崩壊の要因としては、降雨概要でも述べたように、台風が近づいていた当初は雨が降ったり止んだり

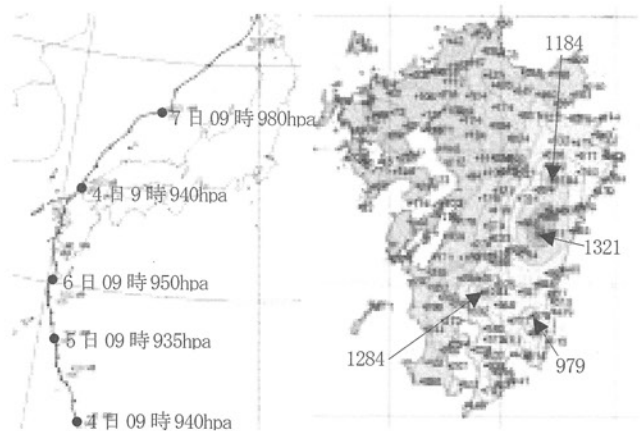


図-1 台風14号の経路



図-2 九州の累積雨量

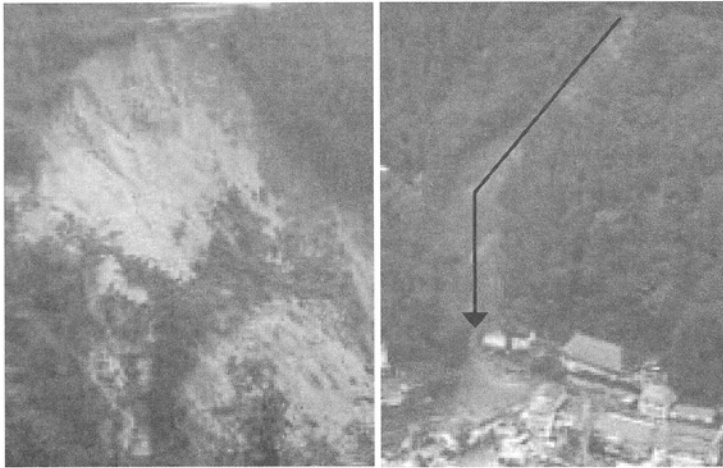


写真-1 岩屋戸ダム上流の崩壊

写真-2 上椎葉の崩壊

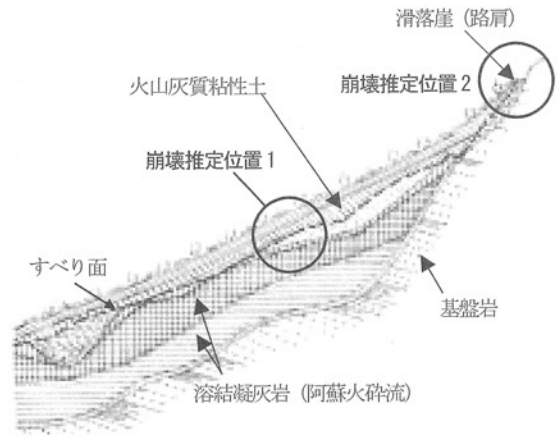


図-3 地質模式断面図（上椎葉）

で地表面から比較的深い層までがサクシヨンの存在する不飽和状態にあったものと推測され、その後の加速度的な降雨量の増加によって地中深くまで雨水が浸透したこと、工学的特性の大きく異なる地層の分布などが挙げられる。このような観点より、共通点の多い斜面の崩壊パターンについて論じることとする。

4. 代表的な土砂災害

(1) 宮崎県東臼杵郡椎葉村の土砂災害

椎葉村では、主要幹線道路の被災による集落の孤立化や河川沿いの斜面崩壊など、甚大な被害を受けた。特に村役場のある上椎葉地区では、9月6日の早朝に集落背後の斜面が高さ約80mにわたって崩壊し、崩壊土砂が泥流となって斜面を下り、人家9戸が全半壊、死者3名を出す土砂災害となった（写真-2）。

この椎葉村は、九州山地のほぼ中央に位置しており、耳川流域の河川沿いは急峻な崖を形成している。生活圏は山の中腹の緩斜面（旧地滑り地）や河川に沿った段丘、あるいは阿蘇火砕流の台地上に点在し、土砂災害や水害を被りやすい立地条件にあるといえる。

a) 地質概要²⁾

上椎葉地区を構成する地質は、四万十帯北帯（白亜系）の砂岩と頁岩を基盤岩とし、第四紀の阿蘇火砕流や段丘堆積物などに被覆されている。崩壊した斜面では、図-3に太点線で示した崩壊面（現地表）の下位に基盤岩と溶結凝灰岩（阿蘇火砕流）、上位に崖錐堆積物や火山灰の分布が認められる。溶結凝灰岩は連続性に富む高角度の開口亀裂が発達し、一部で砂質土状の非溶結部を伴う。集落の中心となる下流側（写真右側）の尾根斜面には、地表浅所に基盤岩が分布しており層理面や断層などが受け盤となっている。また、阿蘇火砕流は、崩壊斜面よりも下流側では分布標高が30m以上低下する傾向にある。

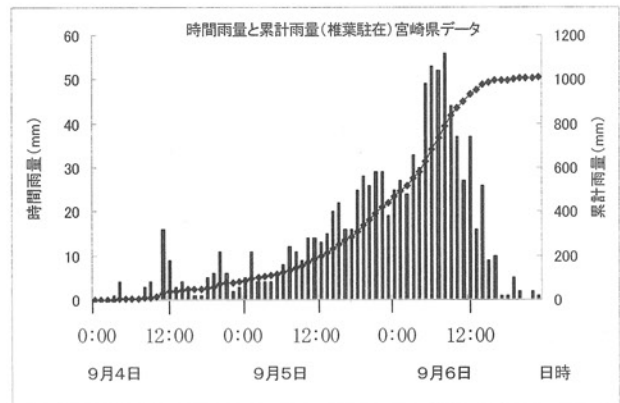


図-4 上椎葉の時間雨量と累積雨量

b) 降雨状況

崩壊が生じた9月6日早朝までの累積降雨量は、600～700mmに及んでいる（図-4）。降雨は9月5日のAM7:00までは時間10mm以下と少なかったが、それ以降は時間ごとに雨量が増加する傾向にあった。PM7:00以降は時間25mm前後とさらに大きくなって継続し、9月6日のAM6:00からは時間50mmに近い雨が4時間継続している。斜面の崩壊は、累積雨量が増加の一途をたどり、更に一段と強い雨がもたらされて発生したと考えられる。

c) 地盤の工学的特徴

崩壊斜面に分布する四万十帯層群は、砂岩層も頁岩層も風化土砂層はほとんど伴わず、滑落崖から岩盤状をなしている。浅所では亀裂が発達して亀裂に沿った軟質化は認められるものの、深度方向に新鮮・硬質となる岩体を形成しているものと考えられる。

阿蘇火砕流の中心部は、中～高溶結凝灰岩の安定した岩体（図中薄紫色）を形成するが、上・下位は溶結度合いの低下によって脆い岩盤状（図中白色：N>50）から土砂状（図中薄黄色：N=5～30）を呈する。この阿蘇火砕流を覆う火山灰は、軟らかい粘性土状（N=1～5回）で、さらに地表部は礫混じりの崖錐堆積物に薄く覆われている。

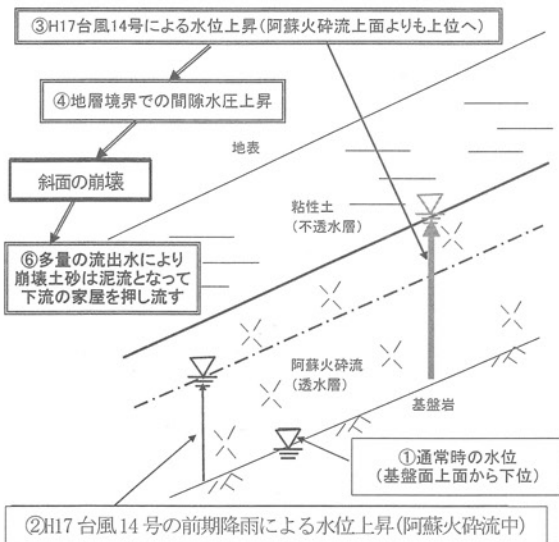


図-5 斜面崩壊のイメージ (崩壊推定位置 1)

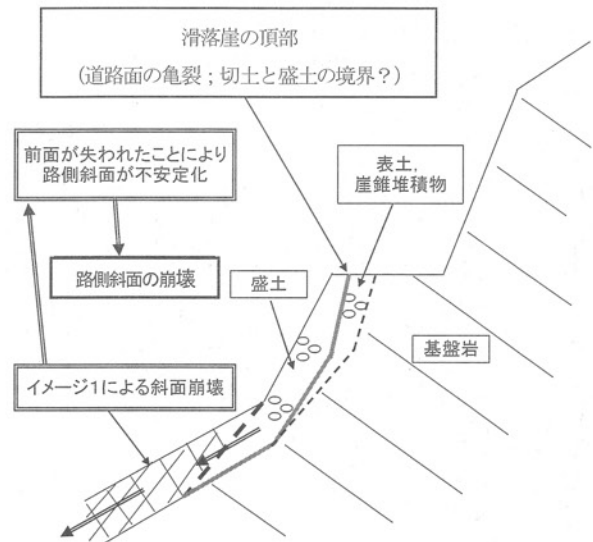


図-6 斜面崩壊のイメージ (崩壊推定位置 2)

基盤岩の透水性は、岩頭部の亀裂が発達する領域では大きい、深部では小さい。亀裂の発達する溶結凝灰岩は、地層としての透水性は基盤岩よりも大きい。しかし、地層上面が不～難透水性の火山灰にシールされていたと考えられる。

d) 崩壊のメカニズム

地盤状況から想定される崩壊のメカニズムを図-5、及び図-6に整理した。これらの図は、前出図-3中で崩壊イメージ1および2として囲った円内の模式図である。以下、台風14号により崩壊に至ったプロセスを考察する。

崩壊イメージ1の箇所では、阿蘇火砕流上位に分布する火山灰と崖錐堆積物に生じており、不安定な地層(崩壊性)の分布が素因として挙げられる。誘因としては、降雨とそれによる地下水位上昇に他ならない。表層の火山灰は浸透能が極めて小さく、大きな降雨強度の雨水は地中にほとんど浸透せずに地表で流出した。常時あるいは少量の降雨による地下水位は、基盤岩の上面付近までしか上昇しない。また、時折生じる豪雨(台風14号以前の降雨)では、火砕流堆積物中までは上昇するが、より上位層までの上昇はない。したがって、台風14号時には以下の環境にあったものと考えられる。

- ① 多量の雨水は、表土が薄く、火山灰の分布していない後背斜面から浸透して阿蘇火砕流に流入する。
- ② 地下水位は阿蘇火砕流の上面を超えるが、上位の火山灰層が不透水層であるため、火山灰層と阿蘇火砕流の層境界で過剰間隙水圧が発生する。
- ③ 間隙水圧の上昇に伴って層境界の有効応力が低下し、斜面の不安定化が促進され、最終的に崩壊に至る。
- ④ 崩壊した土砂は多量の流出水により泥流と化し、斜面下方の民家や道路を飲み込み押し流した。
- ⑤ 滑落崖の頂部となった県道路側の崩壊については、

下方斜面の崩壊とほぼ同時に発生したか、下方斜面の崩壊により受動部分となる路側前面の土砂が失われたことにより生じたものと考えられる(図-6)。

(2) 宮崎県西臼杵郡日之影町の土砂災害

宮崎県北西部に位置する日之影町では、人的被害こそなかったものの、9月6日AM9:50に奥行き300m、高さ200mからの土石流(泥流)によって神影上地区(みかげかみ地区)の11戸の人家が全半壊する大規模な被害が生じた(写真-3)。当時、地区の住民は写真左下の小学校に避難しており、辛くも難を逃れたといえる。もしも土石流の鋒先が小学校に向かっていたら…、筆舌に尽くしがたい大惨事が引き起こされたかもしれない。

a) 地質概要³⁾

五ヶ瀬川右岸にあたる神影上地区は、図-7に示すように、基盤岩の四万十累帯北帯の頁岩や砂岩が段丘砂礫層・阿蘇火砕流(溶結凝灰岩)・崖錐堆積物・火山灰質粘性土などで覆われている。阿蘇火砕流は、昔の五ヶ瀬川河道(阿蘇火砕流堆積以前)に沿って堆積し、現在の五ヶ瀬川に面して断続的に河床からの比高80~100mの急崖斜面をなしている。急崖斜面の直下には、溶結凝灰岩の巨大岩塊を無数に混入する火山灰質粘性土を基質とする崖錐堆積物が厚く分布する。また、阿蘇火砕流が分布する斜面は緩やかな傾斜の台地状地形をなし、表層の5~7m程度は軟質な火山灰質粘性土に覆われている。

b) 降雨状況

崩壊前の累積雨量は約600mmに達するが、24時間前の9月5日AM10:00までの累積雨量は100mmほどで、時間雨量と累積雨量は9月5日PM3:00以降に増加しはじめた。9月6日のAM0:00以降には時間30mm以上の降雨が5回観測されており、崩壊直前は時間50mmの強い降雨が観



写真-3 神影上地区の崩壊

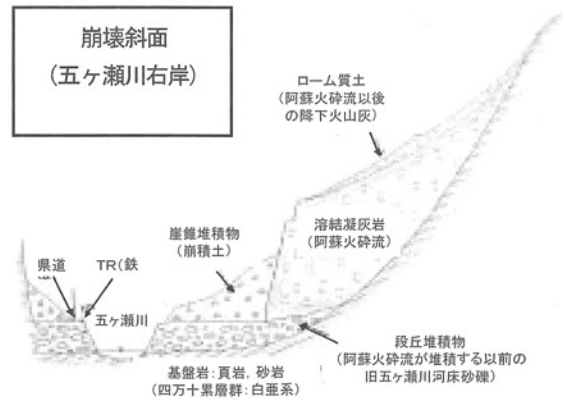


図-7 地質模式断面図 (神影上地区)

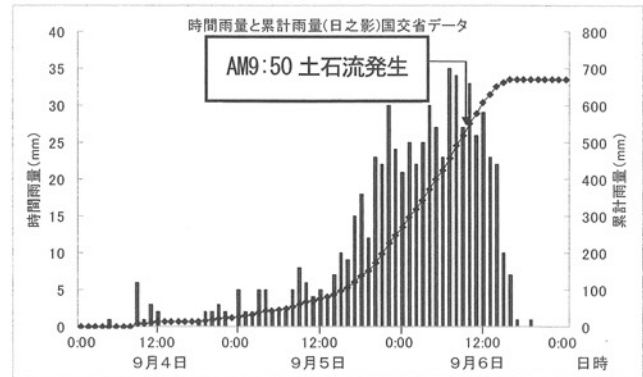


図-8 日之影の時間雨量と累積雨量

測されている (図-8)。斜面の崩壊は、降雨が徐々に増加して、さらに一段と増加した中で生じた。

c) 地盤の工学的特徴

基盤岩の四万十累帯は、崩壊肩までの斜面には一切出現することはない、五ヶ瀬川の河床と川岸に露出するのみである。砂岩は硬質で層理面が不明瞭な塊状岩体をなし、頁岩は中硬質で新鮮部はへき開や層理面が密着し、一見塊状岩体ともとれるが、風化が進むとこれらの分離面に沿った緩みが進行し板状岩体の特徴が顕著となる。

段丘砂礫層は、砂岩やチャートの玉石・円礫が卓越し、ほぼN50回を示す密な締りの土層をなしている。

崖錐堆積物は、溶結凝灰岩の岩塊を混入するものの火山灰質粘土が優勢なため、礫打ち以外の深度ではN<1~10回と軟質あるいはルーズな様相を呈している。

溶結凝灰岩 (阿蘇火砕流) は、最大層厚 80m以上に及ぶと推測される。層の中心部は高角度の柱状節理が発達した硬質な岩体をなし、上・下位の数mは溶結度の低いもろい岩体や土砂部を伴う。

火山灰質粘性土は含水比が高く、強い粘性を示すが、同様の土からなる近隣斜面には崩壊の痕跡は見られない。

d) 崩壊のメカニズム¹⁾

現地調査の結果、斜面崩壊は阿蘇火砕流堆積物よりも上方の斜面で生じており、火山灰質粘性土の崩壊と判断される。崖斜面よりも下方は土石流 (泥流) の流下によ

る樹木や治山ダムの倒壊、表層土砂の浸食被害と判定された。崩壊斜面の中央部から末端の崖頭部にかけては、阿蘇火砕流の溶結凝灰岩が断続的に露出する。また、中央部から崩壊肩付近は、崩壊面に火山灰質粘性土が露出し基盤岩や溶結凝灰岩を確認することはできない。したがって、この斜面崩壊は、中央から下方については溶結凝灰岩と火山灰質粘性土の境界部での間隙水圧上昇によるものと推測される。一方、中央よりも上方については、火山灰質粘性土層への降雨浸透による単位体積重量の増加が崩壊の一要因とも考えられる。崩壊した土砂は、降雨と崩壊面に流出した浸透水によって一気に斜面を流下し、砂防施設や家屋に被害を及ぼしたものと推測される。

(3) 宮崎県小林市野尻町の土砂災害

野尻町紙屋では、台風 14 号に伴う豪雨で国道 268 号沿いの斜面崩壊が発生した。崩壊土砂は、対面する南側斜面に乗り上げた後、泥流状を呈して 200m に渡って国道を埋塞した。崩壊の規模は、幅約 40m、高さ 15m、深さ約 15m、最急勾配は約 80°であった。この崩壊の発生日時は、9月6日 AM10:30頃である (写真-4)。

a) 地質概要⁵⁾

崩壊箇所は、宮崎県小林市野尻町大字紙屋地内に位置し、標高 250m 程度の丘陵地で東北東から西南西に延びる尾根地形を呈している。基盤岩は四万十累帯の中でも最

も広範囲に分布する新生代古第三系の日向層群である。この地層は、主に砂岩、頁岩、砂岩頁岩互層からなるが、ここでは頁岩を主とする。この頁岩は、岩片は非常に硬質であるが、節理の発達が著しく上位には細片化、及び風化による粘土化も見られる。この基盤岩は西側（国道手前から奥に向かって）に傾斜し、西向き斜面では日常的な降雨でも浸透水が節理に沿って流出しているのが確認できる。

基盤岩を覆う堆積物は、鹿児島県始良火山や宮崎県霧島火山を起源とする第四紀の火山噴出物である。まず、層厚 20~30cm 程度を有するスコリア（夷守岳スコリア）を最下位に、シラス（入戸火砕流堆積物：非溶結部）および細粒砂状の火山灰土（始良一丹沢火山灰：AT）、層厚 30~50cm 程度の黒色ならびに赤色を呈する複数の火山灰質粘性土が分布する。これらの火山灰土は崩壊部ほど厚い堆積構造を示し、尾根部および東向き斜面では非常に薄く、崩壊部は旧谷地形であったものと推測される。

b) 降雨状況

3 日間の累積降雨量は約 800mm に達しているものの、9 月 4 日 PM8:00 までの累積雨量は 10mm 程度にとどまる。その後、時間雨量 25mm 程度の雨が 2 時間程度降り続き累積雨量が 100mm となるが、その後の 5 時間程度は降雨は観測されていない。そして、9 月 5 日の AM2:00 頃から時間雨量 15~30mm の雨が 9 月 6 日の PM6:00 までの 40 時間に渡って降り続いた。崩壊が発生したのは、時間雨量が減少傾向に移行し始め、累積雨量が 750mm 程度で落ち着いた 9 月 6 日 AM10:30 頃である。その頃、台風は宮崎に最接近していた（図-9）。

c) 地盤の工学的特徴

分布する土質の様相および工学的特徴を実験値等を参考に述べる。

基盤岩上のスコリア層は、φ2~15mm の円~亜円礫状で構成され、 10^{-2} cm/sec のオーダーの透水性を有している。地下水等によって個々のスコリア粒子が流出する可能性は低い。シラスおよび AT 火山灰は、φ2mm 程度の軽石を混在し、極めてルーズで緩い構造を呈する。透水係数は 10^{-3} cm/sec のオーダーで水に対する侵食抵抗は低い。その上位の火山灰質粘性土は、水に対する侵食抵抗は比較的高く、透水係数は経験的に 10^{-7} ~ 10^{-5} cm/sec 程度である。

各地層の物性値を表-1 に示すが、いずれの地層とも間隙比が 2.0 以上で一般土に比べると大きい。また、乾燥密度は 1.0 g/cm³ 未満で極めて小さい特徴を有している。

d) 崩壊のメカニズム

崩壊直後の様相で特徴的なのは、崩壊土砂が泥流状を呈した点、滑落頂部に残される植物根の多くが切断され



写真-4 野尻町紙屋の崩壊

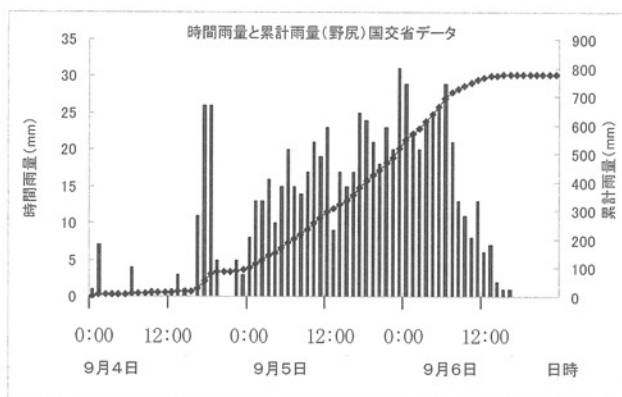


図-9 野尻町の時間雨量と累積雨量

表-1 各地層の物性値

地層名	土粒子の密度 g/cm ³	湿潤密度 g/cm ³	間隙比	飽和度 %	透水係数 cm/sec	内部摩擦角 φ°
火山灰質粘性土	2.756	1.340	3.176	89	(10^{-7} ~ 10^{-5})	20
シラス	2.423	1.083	2.265	49	2×10^{-3}	34
スコリア	2.627	1.086	2.385	44	6×10^{-2}	35

注) 表中のカッコ書きは経験値を記載した。

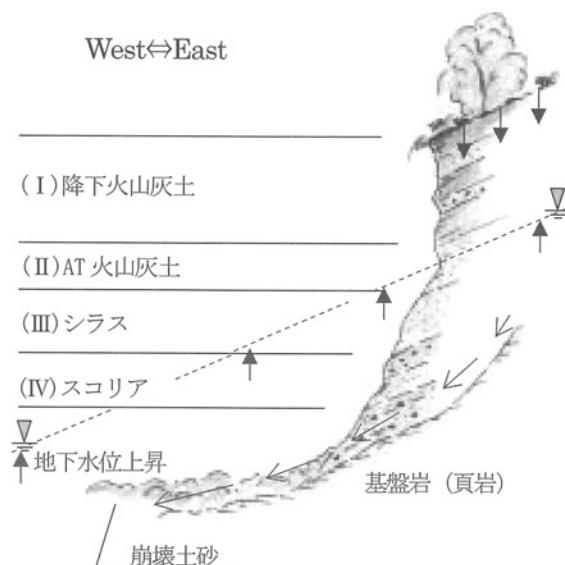


図-10 地質模式断面図（野尻町紙屋）

ている点である。前者からは、過飽和の状態が想定されるが、地下水の上昇に伴って全地層とも完全飽和状態にあったとは考えにくい。火山灰土の場合、泥流状態を示

すのは砂質の火山灰土に多く見られることがあり、ここではシラスやAT火山灰が相当する。また、植物根が切断されているのは、火山灰質粘性土中に良好な土構造、つまり植物根としっかり絡み合った構造を維持していた地層があったものと考えられる。いずれの地層とも飽和度の上昇は否めず、端部の微小な変状崩壊を除けば、この崩壊は一挙に発生したものと考えられる(図-10)。

5. おわりに

これまで、2005年の台風14号による宮崎県内の災害について、地質および土質特性(素因)と降雨特性(誘因)から崩壊のメカニズムを模索した。いずれの崩壊地とも、基盤岩を覆う火山性堆積物が関与するものであり、崩壊メカニズムとしては、台風との距離よりも降雨状況と関連性が高く、旧地形や地盤条件と降雨特性が密接に関係しているものと考えられる。特に降雨特性については、台風との位置関係によることが多いと考えられる。

宮崎県は霧島火山群のみならず、鹿児島県や熊本県を起源とする火山性堆積物の分布も非常に多い⁶⁾。中でも火砕流堆積物などは、溶結度の相違によっても工学的特性は異なり、多層地盤としての取扱いが必要である。また、複数の降下火山灰土についても降雨の地下への浸透の仕方や速度、旧地形(分布する環境)との関連性などを把握していく必要がある。

今後、防災に関して台風との距離や集中的な豪雨、降雨のピークだけに捕らわれることなく避難態勢などを検討・考慮していく必要があると考える。

〈参考文献〉

- 1) 宮崎県土木部:「台風14号により発生した土砂災害」,2005.
- 2) 濟藤眞・木村克巳・内藤一樹・酒井彰:「椎葉村地域の地質」,地域地質研究報告,5万分の1地質図幅,地質調査書, pp.5-53, pp.95-101, 1996.
- 3) 今井功・寺岡易司・奥村公男・神戸信和・小野晃司:「諸塚山地域の地質」,地域地質研究報告,5万分の1地質図幅,地質調査書, pp.1-8, pp.51-58, 1982.
- 4) 地盤工学会 土石流編集委員会:「ジオテクノート12 土石流」,(社)地盤工学会, pp.1-21, 2003.
- 5) 木野義人・太田良平:「野尻地域の地質」,地域地質研究報告,5万分の1地質図幅,地質調査書, pp.5-10, pp.22-29, 1976.
- 6) 町田洋・新井房夫:「新編 火山灰アトラス」,(財)東京大学出版会, pp.58-81, 2003.