

2005年9月6日台風14号による宮崎県の土砂災害

SEDIMENT-RELATED DISASTERS CAUSED BY TYPHOON No.14 ON SEPTEMBER 6th, 2005, IN MIYAZAKI PREFECTURE

谷口義信
Yoshinobu TANIGUCHI

応用地質株式会社宮崎支店 (〒880-0824 宮崎市大島町山田ヶ窪 1915-3)

Key Words : sediment disasters, typhoon No.14, great landslide, continuous rainfall, human casualties

1. はじめに

2005年9月6～7日にかけ九州・中国を襲った台風14号は各地に大きな被害をもたらした。この台風は動きが非常に遅く、超広雨域を伴い、宮崎県では異常豪雨が発生したため、北部の断層・構造線帯や南部の深層すべり活動地域で100万m³オーダーの大規模崩壊が複数発生した。またこの豪雨のため耳川や一ツ瀬川河岸水衝部で大規模崩壊が発生した。一方、高千穂町をはじめ3町1村で死者11名の人命災害が発生した。本研究ではこれら災害の実態およびその若干の分析結果について述べる。

2. 2005年9月台風14号の概況

2005年8月29日マリアナ諸島で発生した台風14号は9月2日には中心付近の最大風速は50m/s、中心気圧は930hPa(強風域の半径は南東側850km、北西側600km)に発達した。この台風の大きな特徴は、9月6日9時頃枕崎西海上通過から山口県沖に達するまで約12時間かかっていることからわかるように、非常にゆっくりとした進行速度であったこと、台風の勢力が非常に大きかったために九州山脈東部全域では記録的な豪雨となったことである。そのため宮崎県美郷町南郷区神門(旧南郷村)では9月4日から6日までの3日間の総雨量が1321mm、霧島えびの高原で1284mm、日之影町見立で1184mm、田野町鰐塚山で1013mmを記録するなど、各地で記録的な降雨量となった。なお公表値以外として宮崎県による椎葉村清水岳中継局の観測値では美郷町南郷区神門よりはるかに大きな1451mmが記録されている。美郷町南郷区神門と宮崎市田野町鰐塚山の降雨状況を図-1と図-2に示す。

これら被災町村の日雨量のリターンピリオドを求めると、総雨量として最も大きかった美郷町南郷区の628mm/dが82年(総雨量1321mm)、諸塚村の468mm/dが43年(総雨量1000mm)、椎葉村の459mm/dが36年(総雨量862mm)、美郷町西郷区511mm/dが66年(総雨量942mm)、高千穂町539mmが34年(総雨量595mm)、鰐塚山388mm/d(9月5日発生、総雨量1013mm)が26年である。

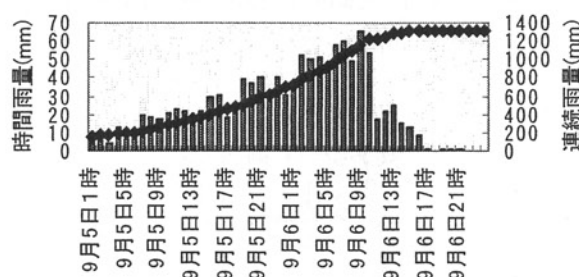


図-1 美郷町南郷区神門の降雨状況

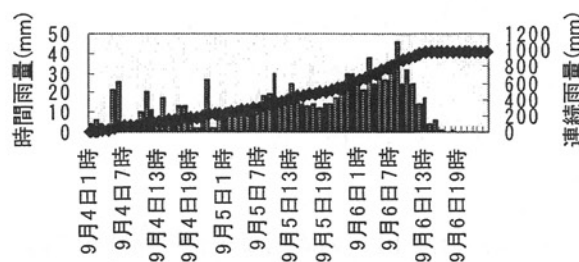


図-2 田野町鰐塚山の降雨状況

3. 台風14号による宮崎県の被害の概況

宮崎県危機管理局調べによると、台風14号による宮崎県全体の被害額は1303億3900万円に達し、近年稀にみる大きな被害となった。分野別の内訳は、

土木関連が 647 億 1800 万円，森林関連が 314 億 4800 万円，農業関連が 162 億 1300 万円，水産関連が 17 億 1300 万円，公共施設関連が 69 億 9000 万円，商工関連が 57 億 5000 万円となっている。一方，宮崎県砂防課調べによる土砂災害については，土石流 49 箇所，地すべり 17 箇所，がけ崩れ 73 箇所，死者 11 名，負傷者 2 名，家屋全壊 37 棟，半壊 9 棟，一部損壊 27 棟となっている。なお宮崎県では台風 14 号により大きな河川被害も受け，水害も含めた家屋全被害は全壊 1030 棟，半壊 2679 棟，一部損壊 365 棟，床上浸水 2179 棟，床下浸水 2110 棟である。

4. 宮崎県北部の土砂災害

(1) 災害の特徴

2005 年 9 月 6 日の台風 14 号による連続降雨量と崩壊分布を示したものが図-3 である。同図から明らかなように，宮崎県の降雨量分布には 4 箇所の強雨域がみられる。ただ，県北部の日の影町，南西部のえびの高原は極めて局地的な豪雨となっている。これに対し，美郷町南郷区から椎葉村にかけて非常に広い強雨域が形成されている。台風 14 号の日雨量，時間雨量はいずれもそれほど大きなものではない。その特徴は土砂災害の危険性が高くなるといわれる強雨が非常に長時間続いたことである。特に美郷町南郷区神門では時間雨量

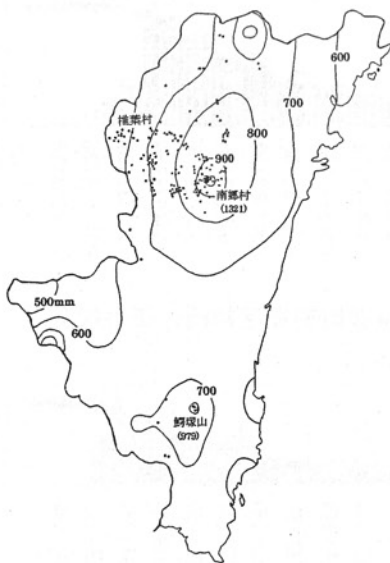


図-3 台風 14 号の降雨量分布と崩壊分布図

30mm が 16 時間も続いている。その他椎葉村清水岳中継局では 1451mm の連続降雨量を記録している。そのため特に椎葉村，美郷町南郷区では表層崩壊はもちろん，図-4 に示すように大規模な崩壊が集中した。

一方，県南西部のえびの高原でもこれに匹敵する降雨があったが，ここでは崩壊は非常に少ない。こ

れは火山地域では斜面の透水性が高いため，時間雨量が小さい場合は飽和層が形成されにくく，崩壊が起こらなかったことによるのではないかと考えられ

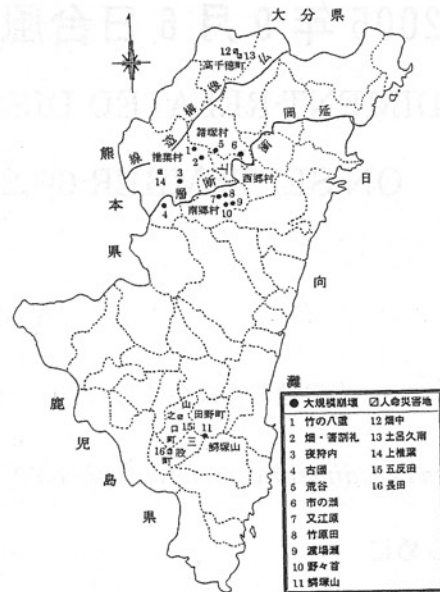


図-4 宮崎県の断層・構造線と台風 14 号による大規模崩壊地と人命災害地

る。県北部の大規模崩壊についてみると，ここでは断層・構造線で発生していることがわかる。こうしたところは地質的に脆弱で，従来からも崩壊の危険性が高いといわれてきた¹⁾。今回はこれに台風 14 号による強雨が重なったことが大規模な災害発生と密接に関係していると考えられる。さらにこの災害のもう一つの特徴は，きわめて大きな連続雨量があったため，河川水位が異常に高くなり，耳川や一ツ瀬川の地すべり性地形側岸の内湾側山脚部が激しい水衝作用を受け，河岸脚部が大きく侵食されて不安定となり，地すべり活動を誘発し，100 万 m³オーダーの大規模崩壊が複数発生したことである。また椎葉村ではライフラインが壊滅し，一時孤立状態となったことも今回の災害の大きな特徴である。

(2) 要因別にみた崩壊発生比率

崩壊発生に関係するといわれている要因としては自然要因と社会要因がある。自然要因としては地形，地質，降雨の他に土層厚，植生相²⁾などが考えられる。一方，社会要因としては伐採や施業方法などがある。ここでは台風 14 号によって発生した県北部の 96 箇所の山地崩壊を対象とし，現地調査を踏まえ，これらの崩壊の引き金となったと思われる崩壊ごとの自然要因を抽出し，その比率を示したものが図-5 である。ここでは考える要因は全て考慮することにした。したがって崩壊数と要因数は一致しない。

図-5 から明らかなように，地形的に凹部形状での崩壊が 16.8% で一番多いことがわかる。ついで遷急

地形の崩壊が 13.9%で多い。ここで地すべり性異常地形関連のものが 6.6%で、通常のところに比べ、かなり高いことに注目すべきである。なお縦横断地

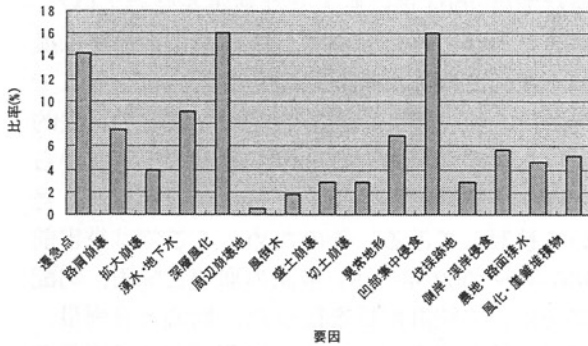


図-5 要因別崩壊比率図

形要因を合わせたものの全崩壊要因数に対する比率は 37.3%で、山地崩壊の発生には斜面の縦横断形状の影響がかなり大きいことがわかる。

(3) 崩壊と地形、地質の関連

前述の 96 箇の山地崩壊について、ここでは崩壊勾配を 5° 括約で集計し、その勾配分布率を示したものが図-6である。

一般に崩壊勾配の分布率はある点をピークに左右に減少する 2 項分布形態をとることが多いのに対し、ここでは図-6に示すように崩壊勾配には 35° と 50° の二つの点にピークのあることがわかる。その地形学的意味は、前者が地すべり性の深層崩壊比率を表し（大規模崩壊が美郷町南郷区で 4 箇所、同西郷区で 2 箇所、椎葉村で 3 箇所発生）、後者が表層崩壊比率を表す。こうした崩壊勾配の分布特性にも今回の

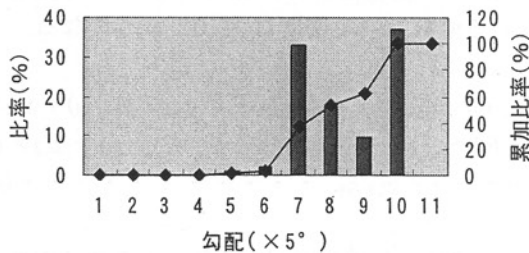


図-6 崩壊地の勾配分布率

台風 14 号による災害の特徴をみることができる。地質的には宮崎県全体では砂岩、剪断泥質岩、砂岩頁岩互層が最も多く、全体の約半分を占めている。

5. 宮崎県南部鰐塚山の大規模崩壊

(1) 鰐塚山の概要

2005 年 9 月 6 日の台風 14 号により、田野町鰐塚

山（標高 1118m）で大規模崩壊が発生した。鰐塚山は地質的には県南部に共通する古第三紀日向層群の砂岩、頁岩層である。これらの地層は褶曲運動により陸化し、内海に堆積してできたものであるといわれている³⁾。この崩壊は従来からいわれてきた県北部の断層・構造線性のものとは異なる。ただ崩壊後の調査により、鰐塚山の大規模崩壊地では研磨され、表面が相当滑らかになった岩石が複数発見されたことから、この一帯でも古くから断層活動的な岩盤すべり、ないしは深層すべりが起こっていたことが明らかになった。なお県南部の日向層群ではこれまでも地すべりを起こしている例があり、こうした要因との関連性も考えられる。

(2) 崩壊の概況

鰐塚山ではピーク雨量時（47mm/h）の午前 8 時 30 分～9 時の間に、図-7 に示すように別府田野川（流域面積 A=15.519km²、土石流流出区間の平均河床勾配 I≒1/10）、片井野川（A=7.762km²、I≒1/11）、境川（A=6.327km²、I≒1/8）流域で大規模な崩壊・土石流が発生した。鰐塚山ではこの他にも南斜面の広渡川流域で大規模崩壊が発生している。別府田野川本流で発生した最大規模の崩壊を写真-1 に示す。宮崎県の調査結果によると、別府田野川、片井野川、境川の全崩壊土砂量は 626 万 m³（別府田野川 383

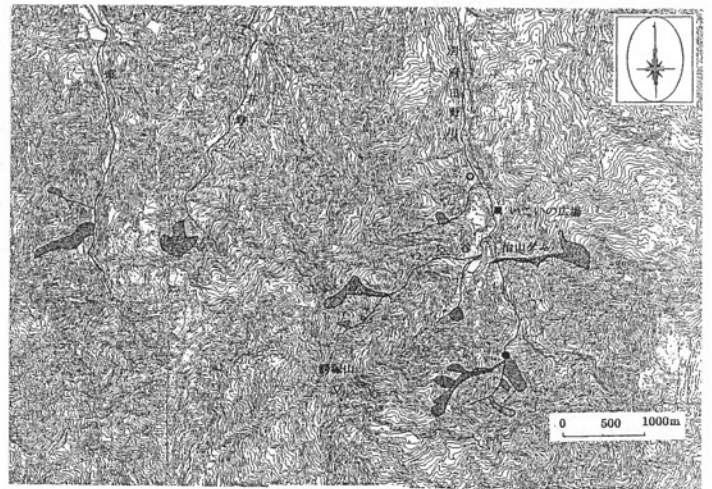


図-7 鰐塚山の大規模崩壊地

万 m³、片井野川 96 万 m³、境川 147 万 m³、最大規模の崩壊は別府田野川本流の東側分岐溪流源頭部で発生し、崩壊土砂量は 119 万 m³、残土量は 320 万 m³（別府田野川 217 万 m³、片井野川 51 万 m³、境川 51 万 m³）、不安定河床堆積量は 259 万 m³（別府田野川 164 万 m³、片井野川 45 万 m³、境川 50 万 m³）となっている⁴⁾。

崩壊直後別府田野川東溪流と西溪流の合流点のところ（図-7 の●印の地点）には天然ダムが形成され

た（堤高 18m, 下流法尻から天端までの距離 60m, 平均法勾配 17°, 土壌硬度 0.85kg/cm², 空隙率 63.5%, 透水係数 6.9×10⁻³cm/s). この天然ダムに対して左岸側に排水路が開鑿され, 破堤は回避された. 発生から 20 日以上経過した時点でも河床堆積物はまだ比較的高い流動性を保持していた(9月28日測定の場合含水率 17.5%). 河道には当時多量の流木が滞留していたが, これらは早急に除去された. なお鱈塚山では 1939 年にも大崩壊が発生している.

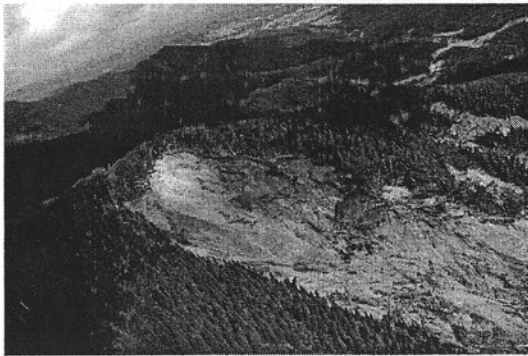


写真-1 鱈塚山別府田野川の大規模崩壊

(3) 土石流の流速および流量

土石流の流速および流量については Manning 式, またはレジーム式が成立するといわれている⁵⁾.

$$V = (1/n)R^{2/3}I^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

$$B = \alpha Q^{1/2} \dots \dots \dots (2)$$

ここに V は流速, n は粗度係数, R は径深, I は勾配, B は川幅, Q は流量, α は係数である. 現地において川幅, 河床勾配の測定と, 土石流の流下痕跡調査を行い, 各溪流で測点ごとに径深および流水断面面積を求めた. なお, ここでは流水断面は三角形と仮定した. 粗度係数は 2003 年 7 月 20 日の水俣土石流の場合の 0.05 を, α は 3 を用いて, 現地測定値を式(1)および式(2)に代入して鱈塚山の土石流の流速, 流量推定をおこなった. その結果, 別府田野川本流では V = 6.4~8.3m/s, Q = 600~700m³/s, 支流のうちうつら谷では V = 5.7~9.0m/s, Q = 300~500m³/s, 片井野川では V = 8.3~9.7m/s, Q = 600~1000m³/s, 境川では V = 5.8~7.1m/s, Q = 700~800m³/s となった. 式(1)および式(2)からそれぞれ独立に求めた両値とも, 片井野川を除けば比較的近似していることから, これらの値はある程度妥当性があるものと考えられる. 因みに 2003 年 7 月 20 日熊本県水俣市で発生した宝川内土石流が 769m³/s といわれていることから考えて⁶⁾, 鱈塚山の土石流も相当大規模であったことがわかる.

6. 椎葉村における山地崩壊の危険性の予測

2005 年の台風 14 号により未曾有の大災害を受けた椎葉村では 2004 年にも大きな被害を受けていた. 椎葉村のような山村において大規模な山地崩壊は孤立という極めて深刻な社会問題をもたらす. そこで本研究では, 特に顕著な被害を受けた県北の代表的な山村として椎葉村を取り上げ, 過去のデータからどの程度崩壊発生率が予測できるのか, 台風 14 号について検討してみる. そのため, ここでは災害前の 1966 年~2002 年の 37 年間の崩壊と降雨, 勾配データを用いて統計解析を行った. 崩壊と日雨量, 時間雨量の統計解析によれば, 椎葉村では日雨量の寄与率が支配的であることがわかった. このことから, つぎに崩壊と日雨量, 勾配の関係を調べた結果, 次式のような相関関係のあることがわかった(重相

$$z_{i,j} = 2.435 \times 10^{-4} x_i + 7.254 \times 10^{-5} y_j - 0.03403 \dots \dots \dots (3)$$

関係係数 0.813). ここに x_i は最大日雨量, y_j は勾配, z_{ij} は x_i, y_j に対する崩壊密度である.

式(3)によって崩壊密度を推定する場合, 誘因の降雨量はさまざまに変化するが, 素因の勾配は地域が決まれば必然的に決まってくる値であり, 降雨量変数とは性質が異なる. したがってここでは降雨のみを変数とし, 勾配については地形図からそれぞれの占有面積を計測し, これを式(3)に掛けて崩壊密度を算出する. y_j は 20°, 25° のように 5° 単位とする(勾配 20° の場合を y₁, 勾配 25° の場合を y₂ とする. 以下同様). y_j は実際の崩壊勾配を考慮して, 20° ~ 55° の範囲とする. このとき x_i の降雨量に対するある地域の崩壊密度は次式のようになる.

$$\varepsilon_i = (n_i / s) = \sum \{z_{i,j} \times (s_j / s)\} = z_{i,1} \times (s_1 / s) + z_{i,2} \times (s_2 / s) + \dots + z_{i,8} \times (s_8 / s) = z_{i,1} \times e_1 + z_{i,2} \times e_2 + \dots + z_{i,8} \times e_8 \dots \dots \dots (4)$$

ここに ε_i は最大日雨量 x_i に対するその地域の推定崩壊密度, n_i は推定崩壊数, z_{i,1} は最大日雨量 x_i のときの勾配 y₁=20° の場合の式(3)から求めた崩壊密度, s₁ は勾配 20° の斜面の占有面積, s は全面積, e₁ は (s₁/s) を表す. z_{i,2}, s₂, e₂ 以下 z_{i,8}, s₈, e₈ も前述同様, 勾配 25° から 55° までの x_i の推定崩壊密度, 斜面の占有面積および面積占有率を表す.

式(4)にこれらの値を代入して降雨量 x_i に対する椎葉村の崩壊密度を推定すると次式のようになる.

$$\varepsilon_i = (2.435 \times 10^{-4} x_i + 7.254 \times 10^{-5} \times 20 - 0.03403)$$

$$\times e_1 + (2.435 \times 10^{-4} x_i + 7.254 \times 10^{-5} \times 25 - 0.03403) \\ \times e_2 + \dots + (2.435 \times 10^{-4} x_i + 7.254 \times 10^{-5} \times 55 - \\ 0.03403) \times e_8 \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここに右辺の勾配の面積占有率 e_1, e_2, \dots, e_8 は地域によって定まる数である。1/10000 の地形図を用いて計測した椎葉村の各勾配の面積占有率を表-1に

表-1 椎葉村の斜面勾配の面積占有率

斜面勾配 (度)	20	25	30	35	40	45	50	55
占有率 (%)	15.8	23.2	34.8	15.5	10.3	0.2	0.2	0.1

示す。これらの値と 2005 年 9 月 6 日台風 14 号の最大日雨量 $x_i=459\text{mm}$ を用いて、式 (5) から椎葉村における台風 14 号による崩壊密度を推定すると、 0.0776 個/ km^2 となる。実際の台風 14 号の崩壊密度が 0.1057 個/ km^2 であり、両者は比較的近い値である。このことは、椎葉村では台風 14 号規模の降雨があれば、 1km^2 当たり平均 $0.08\sim 0.1$ 個/ km^2 の崩壊が発生する可能性があることを示している。

7. 人的被害を起こした崩壊

2005 年台風 14 号により人命災害が宮崎県では北部で 3 箇所、南部で 2 箇所発生し (図-4)、11 名が亡くなった。これら人命災害の特徴は崩壊発生地点から人家までの距離が非常に短いこと、十分な避難がなされていなかったこと、崩壊はいずれも小規模であったことである。以下、県北部と南部に分け、それぞれの実態および発生原因について述べる。

(1) 県北部

高千穂町では畑中と土呂久南の 2 件の人命災害が起こった。畑中は裏山の崖錐堆積物の崖崩れで、古い畑地跡の崩壊である。ここでは 1 名が亡くなった。崩壊地の右側滑落崖のところに流水の痕跡が見られることから、斜面上部の表流水がこの旧畑地から多量に浸透したと考えられる。一方、土呂久南の崩壊は沢の源頭部の山腹崩壊である。斜面勾配は $30^\circ \sim 35^\circ$ で、難透水性の火山灰層 (土壌硬度 $3\sim 4\text{kg/cm}^2$) の上の崖錐堆積物 (土壌硬度 $0.5\sim 0.7\text{kg/cm}^2$) が豪雨時に多量の水を含んで崩壊したと思われる。この沢には写真-2 に示すように中央部に幅 1m 程度の流路があって常時流水があることから、豪雨時にはかなり多量の流水があったと考えられる。そのため崩壊土砂はこの流路の水を取り込みながら土石流となって、約 300m 流下して民家を襲い、4 名が亡くなった。しかし沢の流水量が崩壊土砂を完全に土石流化するには不十分であったものと思われ、残留

堆積物には液体化できず、塑性状のものもみられた。椎葉村上椎葉では土石流により 3 名が亡くなった (写真-3)。これは県道擁壁脚部からの斜面崩壊であり、砂岩風化層上の崖錐堆積物とその境界面ですべ



写真-2 高千穂町土呂久南の土石流



写真-3 椎葉村上椎葉の土石流

って崩壊したものと思われる。ここでは以前から道路擁壁脚部の斜面で変形が起こっていたものと思われる。県道のガードレールが崩壊以前既に約 30cm 下がっていたのと、谷側の路肩に約 20m にわたって亀裂が入っているのが確認された。豪雨時にはこの亀裂から、多量の路面排水が浸透していったものと思われる。崩壊斜面露頭の砂岩層のところには湧水跡がみられた。この被災地は椎葉村のこれまでの歴史の中で一度も災害を受けたことのないと言われたところであるが、この直ぐ隣接地 (約 100m 南) では前年に土石流が発生し、農協の倉庫が被害を受けていることから、やはりここも危険地域といえよう。

(2) 県南部

三股町長田の崩壊では 2 名が亡くなった。この崩壊は高さ約 15m、幅約 30m のシラスのがけ崩れで、降雨終了後の 9 月 6 日 15 時頃に起こったといわれている (9 月 4 日からの総雨量は 732mm)。崩壊発生前の午前 7 時から 11 時までは時間雨量 20mm から 27mm の降雨が 5 時間続いており、これによ

て勾配 35°~40° のシラス斜面が多量の水を含んで重量が増加し、崖崩れを起こしたと考えられる。被災家屋の裏山には 1985 年に待ち受け擁壁(高さ 5m、空き距離 2m) が作られていたが、崩壊土砂はこれを超えて家を押し潰した。

山之口町五反田の崩壊では 1 名が亡くなった。これもシラスのがけ崩れで、崩壊跡地は顕著な V 字型をした不透水層の溶結凝灰岩からなり、台風時に地表面から浸透した多量の降雨がこの不透水層上に滞水層を形成したため、間隙水圧が上昇して崩壊にいたったものと思われる。崩壊土砂は国道 269 号線を越えて、崩壊源頭部から約 100m 程度で土石流化し東岳川に流れ込んでいる。このことからすると崩壊時に土塊は相当水を含んでいたものと思われる。

8. 避難に対する対応状況

宮崎県の大雨・洪水注意報・警報の基準は、注意報が 1 時間雨量 30mm 以上、3 時間雨量 60mm 以上、24 時間雨量 100mm 以上、警報が 1 時間雨量 60mm 以上、3 時間雨量 100mm 以上、24 時間雨量 200mm 以上となっている。2005 年の台風 14 号に対し、宮崎県の各自治体はこれを基準として警戒・避難体制をとったが、三股町では避難勧告は出されなかった。ただ、災害は降雨終了後の 15 時頃に発生している。なお、椎葉村の警戒避難基準雨量設定のための CL ラインを 2005 年台風 14 号に適用した結果、設定は概ね妥当であることが立証された。

宮崎県の中でも特に椎葉村は前年の台風 16 号、18 号で大きな被害を受けていたこともあり、今回の台風 14 号上陸の既に 1 週間前に警戒準備会議が開かれている。そしてその結果は各地区の消防部へ伝達されている。9 月 5 日の午前 9 時には国道 327 号線の不通、ふるさと林道の不通などの情報が入り始めたため災害警戒本部が設けられている。そして 9 月 6 日の午前 7 時 30 分には土石流発生の知らせが入り、30 分後に被災者救助のため自衛隊の派遣要請がなされ、1 時間 28 分後に避難勧告が出されている。

椎葉村の災害直後の対応状況の中で注目されるのは、車輛通行不可能のため徒歩によるとか、ヘリコプターによるとかの対応である。これは山村が孤立したことを意味し、山村の災害時の救助・救援の難しさを象徴している。こうした状況の中で最悪の状態を回避できたのは、林道が椎葉村への救助・救援道として果たした生命線の役割に注目すべきである。これは今後の防災体制の検討にも重要な意味をもつ。

椎葉村の台風 14 号に対する対応を総括してみると、同村では前年の台風 16 号の教訓をできるだけ活かそうとしていることがうかがえる。伝達事項と

して衛星携帯電話の充電とかアマチュア無線のチェック項目が重要視されている。そして最悪の事態が発生することも予想している。ただ、役場ではこうした周到的な避難対策がなされてきたにも関わらず、住民側の避難対応状況についてみると、実質避難者数は 92% に止まっている。約 10% の住民には前年の台風の教訓が活かされていない。このことは、土砂災害の予知・予測が非常に難しいことを考えるとき、行政として災害から人命をどう護っていくか、住民の防災意識をどう啓発していくかなど、今後の防災体制のあり方に関わる大きな課題である。

9. おわりに

宮崎県では 2005 年台風 14 号により記録的な豪雨災害が発生し、北部では構造線・断層線域で、南部では深層すべり活動域で 100 万 m³ オーダーの大規模崩壊が複数発生した。地形的には凹部形状の斜面崩壊が 16.8% で最も多いが、深層大規模崩壊が 6.6% でかなり高いのもこの災害の大きな特徴である。崩壊と地質との関連からみると、宮崎県全体としては砂岩、剪断泥質岩、砂岩頁岩互層のものが最も多い。過去のデータを用いて台風 14 号による椎葉村の崩壊密度を予測すると 0.08 個/km² となり、実測値 0.10 個/km² に近い値が得られた。台風 14 号に対する椎葉村住民の実質避難率は約 90% であった。椎葉村では 2005 年台風 14 号災害において林道が緊急災害道路として果たした社会的意義は極めて大きい。

引用文献

- 1) 谷口義信: 地形・地質からみた宮崎県の災害特質, 調査月報 47(3), 宮崎経済研究所, p.4-5, 1997
- 2) 松本舞恵・下川悦郎・地頭蘭 隆・黒木健二: しらす急斜面の表層崩壊跡地における植生回復と表層土の発達, 砂防学会誌, vol.52(4), 11-12, 1999
- 3) 宮崎県高等学校教育研究会: 宮崎県地学のガイド, pp.10, 1978
- 4) 宮崎県: 鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会報告書, 鰐塚山山系土砂災害対策検討委員会, pp.33, 2006
- 5) 高橋 保: 土石流の機構と対策, 近未来社, pp.30,233, 2004
- 6) 熊本県: 水俣市土石流災害検討委員会報告書(案), 水俣市土石流災害検討委員会, pp. 47, 2004 (2006.5.19 受付)