

鰐塚山山系周辺流域で発生した土砂移動現象について

財団法人 砂防・地すべり技術センター；○井川 忠，安田 勇次，石塚 昌一
宮崎県土木部砂防課； 大坪 憲男，金丸 悟
林野庁宮崎森林管理署； 富永 雄二

1 はじめに

平成 17 年 9 月 3～6 日にかけて九州地方に襲来した台風第 14 号は、宮崎県及び鹿児島県に多量の降雨をもたらした。宮崎県の各地では総雨量 1,000mm を超える降水量を記録し、県内の広い範囲で斜面崩壊や土石流等による土砂災害が発生した。これらの土砂災害発生箇所のうち宮崎市南西部に位置する鰐塚山山系周辺流域（図.1）においても総雨量 1,000mm を超える降雨が誘因となり大規模な斜面崩壊が発生し、4 流域で約 680 万 m³（4 流域の平均比崩壊生産土砂量：約 22 万 m³/km²/1 洪水）の土砂が生産された。斜面崩壊は、4 流域で 6 箇所発生し、最も崩壊土砂量が多い別府田野川本川上流では約 75 万 m³ もの土砂が生産されるなど、その発生規模は宮崎県では近年発生していない大規模なものであった。このような大規模な土砂移動現象に対して、今後の砂防・治山事業の事業実施の方向性の検討に資することを目的に、崩壊発生メカニズムを検討し、その現象を踏まえた上で二次元氾濫計算を実施し、土砂移動実績の検証を試みた。

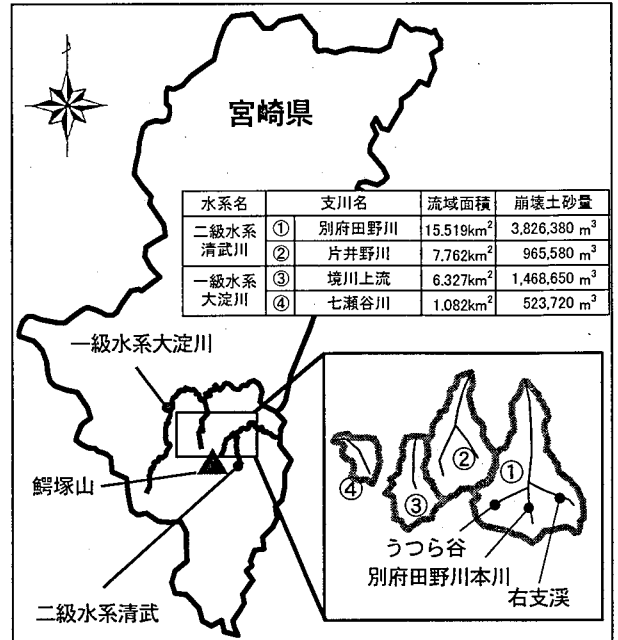


図. 1 崩壊発生流域

2 崩壊発生メカニズム

台風第 14 号がもたらした降雨により鰐塚山山系周辺流域で発生した大規模な崩壊の発生機構について考察する。

2.1 地質

鰐塚山山系周辺流域は、四万十層群の砂岩頁岩互層であり、メランジュ構造となっている。現地を確認した結果では、砂岩は比較的風化が進み亀裂が多い、また頁岩については粘土化しているところが数多く確認された。

今回の崩壊は、砂岩の亀裂に浸透した雨水が地山に蓄積され間隙水圧が上昇して自重が増加し、粘土化した頁岩と砂岩の境界面がすべり面となり、一気に崩壊に至ったものと推察される。

2.2 崩壊発生時の降雨状況

図. 2 に鰐塚山山頂付近に位置する鰐塚山雨量観測所（気象庁）の降雨状況を示す。鰐塚山山頂付近では、9 月 3 日～6 日にかけて総雨量 1,013mm の降雨を記録し、降雨の初期から時間が経つにつれ、降水量が増加する後方集中型波形となる降雨であった。今回の降雨は最大時間雨量 46mm であり、この値は宮崎県で発生した過去 10 年の年最大時間雨量と比べ同程度とあることから、降雨強度としては特別大きなもので無かったと言える。このことから、今回発生した崩壊は、1,000mm を超える長雨が誘因となり崩壊が発生したものと推察される。なお、崩壊は別府田野川流域内の住民に対するヒアリング結果より降雨ピーク付近である 9 月 6 日午前 8:00 頃に発生している。

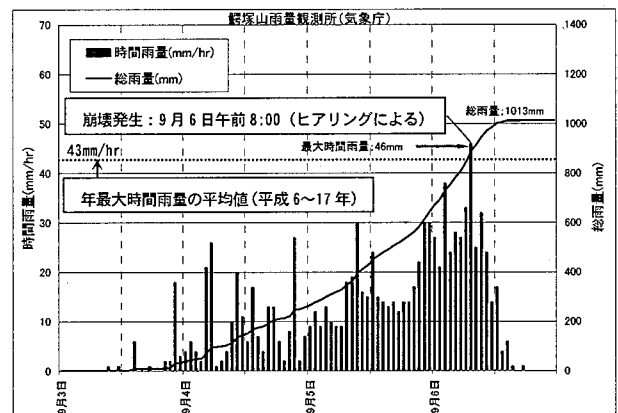


図. 2 ハイエトグラフ（鰐塚山観測所：気象庁）

2.3 流量ハイドログラフ

図. 3 に線形流出解析手法の一つである中安の総合単位図法による流出解析結果（別府田野川）を示す。

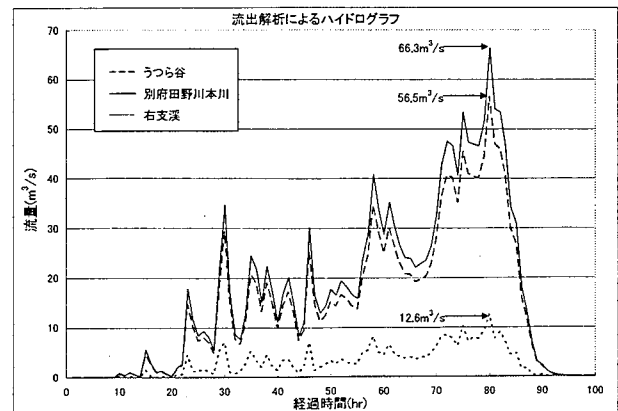


図. 3 流出解析によるハイドログラフ（別府田野川）

図より、別府田野川上流支川のピーク流量は、最も大きな流域面積を持つ別府田野川本川で $66 \text{ m}^3/\text{s}$ ($16 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) 程度であった。

一方、現地を確認した流下痕跡に基づくピーク流量は、表.1 に示すように $1,510 \text{ m}^3/\text{s}$ ($360 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) 程度となり、流出解析結果に比べて 20 倍以上となる大きな値となった。ここで山地河川で一般に用いられる合理式により算定したピーク流量は、 $50 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 程度となり、この数値と比較すれば流出解析による算定値は若干小さい値となることが分かる。このことから、実際の流量は、流出解析で得られないような非常に大きな規模であったと推察される。

2. 4 崩壊発生メカニズム

崩壊発生メカニズムは、メランジュ構造をなす脆弱な砂岩頁岩互層を基岩とする地山に $1,000 \text{ mm}$ 以上の雨水が長期間に至って浸透し、地山の間隙水圧が上昇して自重が増加し、粘土化した頁岩がすべり面となり、その境界面でせん断力を失い、一気に崩壊に至ったものと推察される。

3 土砂移動実績の検証

ここでは、前述で示すような崩壊メカニズムであったと仮定し、最も生産土砂が多く発生した別府田野川を例として二次元氾濫計算を実施し、土砂移動実績を検証することを試みた。

3. 1 計算方法

計算に用いる地形モデルは、災害発生前の空中写真（平成 13 年撮影）より作成、セディグラフは表.1 で算定した流下痕跡に基づくピーク流量に各支川の実績流出土砂量を供給し作成した(図. 4)。なお、セディグラフの波形は、土砂移動後に実施したレーザープロファイラ計測結果の実測波形に近似するように、トライアル計算によって得るものとした。

3. 2 計算結果と考察

図.5 に二次元氾濫計算（計算時間は 2 時間）結果を示す。計算結果と実測値を比較した結果、堆砂傾向は概ね一致しているものと判断できる。本検討に用いたセディグラフの土砂濃度は、図.4 に示すように 0.11 と土砂流に相当する濃度であり、一般的な土石流の濃度 ($0.3 \sim 0.54$) に比べて小さい結果となった。今回発生した土砂移動実績を検証するための情報は、生産源からの流出土砂量と流下痕跡に基づくピーク流量、そしてヒアリングから得られた崩壊発生時のタイミングである。図.5 に示す計算結果は、これらの情報に基づき、土砂濃度や各支川の崩壊発生時のタイミング等の計算条件を 1 波のヒドログラフでトライアルすることにより得られたものである。計算結果より、生産源から流出した土砂は土砂流の状態で流出し現在の堆砂形状を形成したものと仮定できるが定かではない。実現象は、段波状で複数回に至って発生した土砂により現在の堆砂形状を形成したことも推察される。

4 おわりに

今回発生した崩壊に伴う流出土砂は、流域内で整備されていた砂防・治山施設により、大部分が調節・捕捉された。もしも、これらの施設が無い状態であれば、土砂の流出は下流域に至った可能性もあり、これら施設が果たした役割は大きい。しかしながら、今回発生した崩壊は大規模であり、流域内には未だ多量の土砂が堆積し、既存の砂防・治山のみでは、十分な対策が講じられているとは言えない。そのため、残存する不安定土砂に対するハード対策を講じるまでの期間に出水があった場合は、下流域への土砂流出が懸念される。このことから、今後の事業実施にあたっては、今回検討した結果より長期的な降雨が発生した場合に崩壊が発生する可能性があることから、警戒避難に関する基準の運用に資する等、ソフト対策による補足が必要になると考えられる。また、今回検討した流出解析結果から得られた流量ヒドログラフは、実際の現象を十分に再現しているとは言えない。従って、今後発生しうる土砂移動現象を的確に把握するためには、流域内の降雨流出特性に関する継続的なモニタリングを実施する必要があると考える。

参考文献
1) 谷口義信, 内田太郎, 大村寛, 落合博貴, 海掘正博, 久保田哲也, 笹原克夫, 地頭蘭隆, 清水収, 下川悦郎, 寺田秀樹, 寺本行芳, 日浦啓全, 吉田真也: 2005 年 9 月台風 14 号による土砂災害, 新砂防, Vol.58, No.4, P.46-53, 2005

表. 1 流下痕跡に基づくピーク流量の推定値

流域名	流域面積 A (km ²)	痕跡高 H (m)	痕跡幅 L (m)	流下断面 a (m ²)	I	痕跡流量 Q _{sp} (m ³ /s)
うつら谷川	1.817	3.0	50	150	1/ 7.0	1,093
別府田野川本川	4.167	3.0	70	210	1/ 7.5	1,510
右支溪	0.473	5.0	30	150	1/ 4.0	1,810

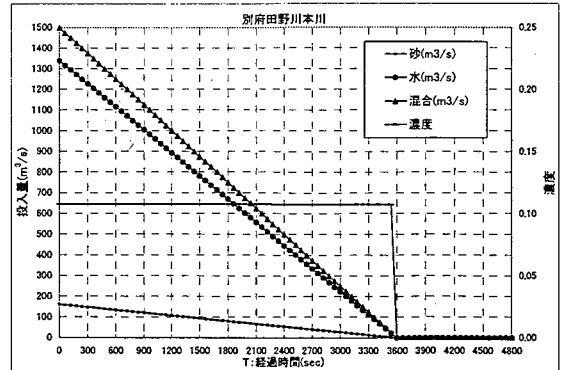


図. 4 セディグラフ (別府田野川本川)

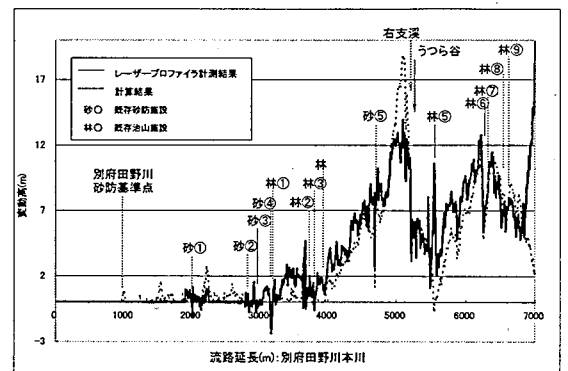


図. 5 計算結果 (別府田野川)