

平成 23 年 9 月の台風 12 号による三重県紀宝町での土砂移動現象と災害実態

○山田孝(三重大学), 長山孝彦(日本工営株式会社),
大野亮一(国土防災技術株式会社), 藤本拓史(朝日航洋株式会社)

1.はじめに

平成 23 年 9 月の台風 12 号は紀伊半島をはじめとした広域圏に甚大な土砂・洪水災害をもたらした。紀伊半島南部の紀宝町においても山地での崩壊、土石流などによる被害が多発した。筆者 4 名からなる砂防学会紀伊半島土砂災害調査委員会紀伊半島南部地区紀宝町調査グループでは、これまでに、町内の主要な被害箇所での土砂移動現象と災害の実態、住民の避難実態などについての調査を実施してきた(一部の成果は、松村ら(2012):砂防学会誌 Vol.64 No.3 p.48-52 にて発表)。本論では、土砂移動現象と災害の実態、本川・支川合流点付近が湛水状態となった場合での警戒避難の実態と問題点などについて報告する。

2.土砂移動現象と災害の実態

調査箇所は、三重県紀宝町管内の①高岡蛇崩(じゃぐれ)集落、②浅里和田(あさりわだ)集落、③浅里和田津呂地(あさりわだつるじ)集落である。これらの箇所での地質は、ザクロ石 - 黒雲母を主成分とする花崗斑岩が主体であり、泥岩、砂岩が互層しているところも一部認められる。台風 12 号による降雨については、これらの調査箇所に最も近い新宮雨量観測所(国土交通省近畿地方整備局紀南河川国道事務所)でのデータによると、雨の降り始めの 8 月 31 日から雨がほぼ降り止んだ 9 月 4 日の 18:00 までの累計雨量は 832mm、最大時間雨量は 9 月 4 日の 3:00-4:00 の 132 mm である。調査箇所が発生した土砂移動現象を以下に示す。

2.1.高岡蛇崩集落

山腹斜面での表層崩壊によって土石流が発生し、過去の土石流扇状地において家屋や学校校舎に甚大な被害が発生した。崩壊場から被災した氾濫域末端までの斜距離は 500m、比高 300m の規模である。源頭部の崩壊地は、平均崩壊幅 30m、斜距離約 100m、平均崩壊深がやや深い 2~3m 程度、崩壊土砂量約 6,000m³ 超の規模を有する。崩壊斜面周辺では、ザクロ石 - 黒雲母を主成分とする花崗斑岩の基岩の上位にシルト粘土成分が多く含まれる同岩の風化部と、さらにその上位に間隙の多い過去の崩積土(平均礫計 30cm 程度の角礫の集積部)が堆積している構造を有しており、基岩と風化部を境界として風化部+崩積土層が崩壊、土石流となって下流域に流下した。土石流は、途中で狭窄露岩部を流下しながら、沢部内にある河床河岸堆積物を若干巻き込み、ほぼ規模を変えずに堆積扇面(溪床勾配 7° 程度より緩勾配)まで到達した。扇面直上部(溪床勾配 15° ~20°)は土砂流下痕跡があるものの、草本根茎が残っていることから、その大部分は源頭域~中流部で発生発達したものと考えられる。過去の土石流扇状地の扇面に土石流本体部が約 4m の厚さで堆積し、数 m 大の礫や流木も多数存在する。土石流末端の小学校より下流にはシルト~砂などの細粒土砂が多く堆積した。小学校の 2 階に避難していた教員や住民からの話によると、土石流の第 1 波が小学校に衝突し 1 階部に流入したのは 9 月 4 日午前 4 時ごろと想定される。住民からのヒアリングの結果、この地域は約 200 年前も土砂災害を受けた経験があるとのことであった(「蛇崩」という集落の名前の由縁)。一般の山地では、同一箇所での土砂移動現象の発生頻度は 100 年程度~数 100 年度と低いので、土砂災害の場合は災害経験の伝承効果をあまり期待できない場合があると考えられる。

2.2.浅里和田集落

源頭部の崩壊地が主たる土砂供給源であるが他にも 3 箇所以上の崩壊地が認められる。頭部から熊野川合流点までの水平距離は 3.4km、比高 660m であり等価摩擦係数は $0.66/3.4=0.19$ と比較的小さい。源頭部崩壊地の崩壊深は 1~2m 程度と浅く、概算で 1.7 万~2 万 m³ 程度の崩土量である。河道はナメ滝状で露岩した箇所が多いが、流下長が長いことから河道及び側岩からの供給土砂を平均侵食深 1~2m とすると 1.5 万~3 万 m³ 程度となる。末端の堆積土砂が 1~2 万 m³ 程度、途中河道で堆積した土砂が 2~3 万 m³ といった土砂収支となる。土石流は扇頂部に近い溪床勾配 5° 程度のところで大礫(約 0.5m 以上)が集中して停止し、それより下流域には砂などの細粒土砂や流木が流下・堆積した。熊野川が洪水状態であり本川水位の高いときに土石流が湛水域に流入したため、大礫を含む先頭部は本来より上流側で停止するとともに、波高 4m 程度の段波が発生し、家屋の金属製の塀の一部が損壊した。住民からのヒアリングによれば、土石流が集落内に流入したのは 9 月 4 日午前 4 時ごろと想定される。

2.3.浅里和田津呂地集落

稜線から斜距離で 100m ほど下流の桧、杉の植栽地(樹高 10~15m)である谷状の長大斜面で、平均幅約 30m、斜距離約 200m の区域において平均崩壊深約 1m の表層崩壊が発生し、約 6000m³ の土砂が生産された。表層崩壊発生箇所を含む斜面一帯は、ザクロ石 - 黒雲母花崗斑岩を基岩としてその上位に過去の崩積土(長径約 1m の花崗岩の角礫を多く含み、マトリックスは砂・粘土・シルト成分からなる)が約数 m の厚さで堆積しており、その一部が崩壊した。崩土は、勾配約 30 度の谷状部を流下し、急傾斜地崩壊防止施設である待ち受け擁壁(高さ: 6.5m)を満砂させ、落石防護柵を突き破って、約 80m 下流の地点まで氾濫・堆積し、木造家屋を破壊した。簡易測定の結果、待ち受け擁壁に堆積した土砂量は約 4500m³、待ち受け擁壁下流に氾濫堆積した土砂量は約 1500m³ と推定される。

住民からのヒアリングによれば、崩壊発生の前からかなりの泥混じりの水が待ち受け擁壁の水抜きから噴出しており、9 月 4 日午前 4 時~4 時半ごろに崩土が集落内に流入したとのことである

3.土砂移動現象の特徴

以上の土砂移動現象を整理すると、次の特徴が挙げられる。

- ①紀宝町で発生した土砂移動現象は、表層崩壊、表層崩壊に起因した土石流が主体である。表層崩壊は、基岩である花崗岩とその上位層の風化堆積物の境界付近で発生している場合と風化堆積物内のせん断破壊によって発生した場合の双方が認められる。これらは、降雨強度のピーク付近で発生したと考えられる。
- ②土砂収支からみれば崩壊による土砂よりも河床堆積物や溪岸崩壊による土砂が多く流出したと考えられる。
- ③本川・支川合流部や本川沿いの溪流出口付近では、本川の洪水溢水・氾濫・湛水現象が発生し、土石流がそこに突入することによって段波が発生したと考えられる。

4. 本川・支川合流点付近が湛水状態となった場合の警戒避難実態と問題点

今回の三つの調査箇所が発生した土砂災害に対する警戒避難実態の最も大きなポイントは、本川水位の急上昇・氾濫により、集落内の道路が冠水し、支川域での警戒避難活動が妨げられたことである。

住民からのヒアリングによると、例えば、高岡蛇崩集落では、相野谷川の氾濫によって本川沿いの道路による避難が不可能となったので山に近い集落内の高台や学校などに避難したことがわかった。また、浅里和田集落では、防災無線中継局が本川からの溢水・氾濫によって冠水し、町からの情報伝達が不可能となった。9月3日午前0時頃には集落の外縁を通る唯一の道路が冠水し、道路を使っただけの指定避難場所への避難が困難となり、集落は完全に孤立した。その後、本川水位は一旦、停滞状態となったものの、9月3日17時頃から降雨の増加とともに上昇し、9月4日午前2時には約18mの地点(土石流フロント部の堆積付近)まで達した。そのような状況下において住民は、土砂災害を警戒して避難したのではなく、家屋に迫りつつある本川からの溢水・氾濫から避難するために左岸の治山擁壁の背後斜面(地盤高約21m)に避難した。その後、2時間ほど経過してから、支川(大和田川)で土石流が発生し、湛水状態となった集落内に流入した。図-2は、住民からのヒアリング、本川の洪水・湛水痕跡調査、集落内での地盤高計測による最大観測水位 18.11m の地点(本川の現最低河床からの高さ)の分布によって再現を試みた集落内の湛水状況を示したものである。

支川域と本川河道が近接し、本川の氾濫が支川域まで及ぶ山間地では、本川水位の上昇・集落内への洪水氾濫情報も含めた洪水・土砂災害への警戒避難体制、崩壊⇒土石流という土砂移動現象のみならず土石流が湛水域に突入することによる「段波」という主に水による新たな連鎖現象の発生予測、孤立した場合を想定したときの避難場所の確保(本川水位、土石流流動深を考慮した高台(建物や自然地形など)の抽出あるいは高台の造成)についても検討していく必要があると思われる。

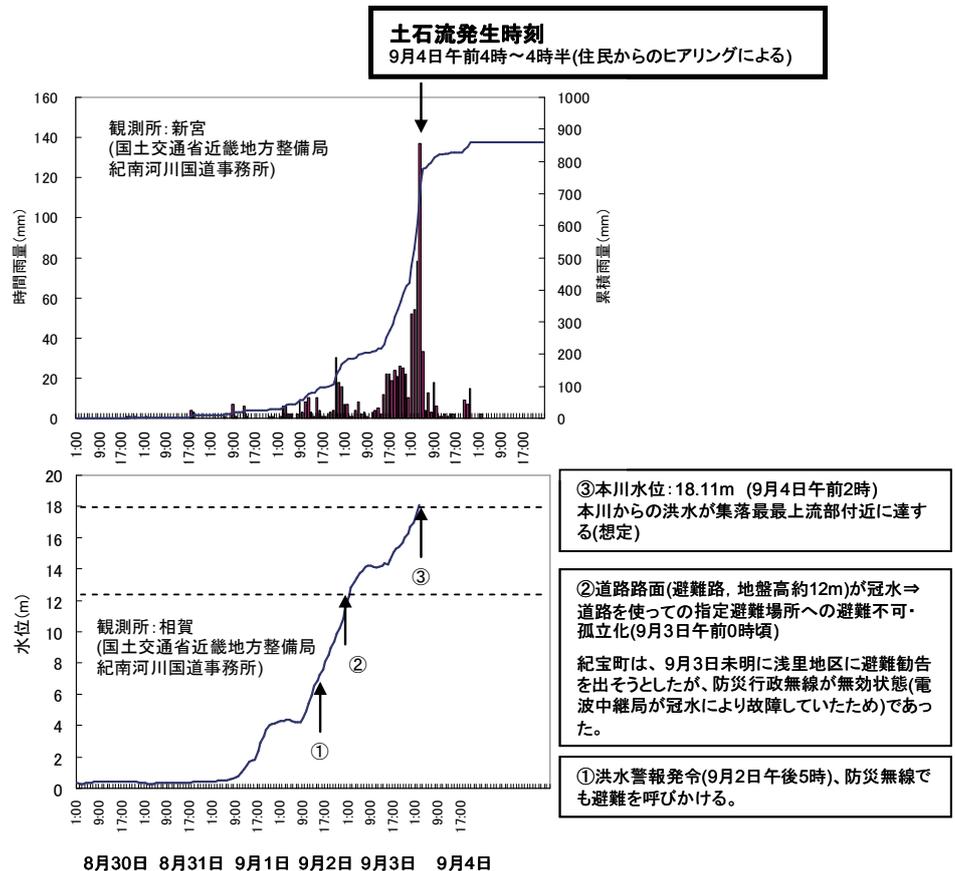


図- 1 熊野川本川水位の増加と警戒避難の状況変化、土石流発生タイミング



図-2 浅里和田集落での土石流突入直前の本川水位高分布状況 水位高18.11m(9月4日午前2時)相賀水位観測所データ(国土交通省近畿地方整備局紀南河川国道事務所)