

2011年台風12号による大規模土砂災害

HUGE SEDIMENT DISASTERS DUE TO TYPHOON 201112

藤田 正治

Masaharu FUJITA

京都大学防災研究所（〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖東ノ口）

E-mail: fujitamasaharu5x@kyoto-u.ac.jp

Key Words: sediment disasters, deep landslides, typhoon, extreme rainfall, Kii peninsula

1. はじめに

2011年の台風12号は、紀伊半島南部の広い地域に総雨量 1000 mmから 1500 mm、上北山村では 5 日間で 2436 mmという異常豪雨をもたらした。その結果、表層崩壊や土石流だけでなく、30 余の深層崩壊や大規模崩壊が発生し、それに伴う天然ダムも多く形成され、台風時の災害だけでなく、その後の天然ダムの決壊の危険性も社会的問題となった。この地域では 1889 年にも台風の豪雨により深層崩壊が多発し、天然ダムの決壊によって大きな被害を受けている。和歌山県の資料によれば、2011年の台風12号による死者は 52 名、行方不明者 5 名、全壊家屋 365 戸、半壊・一部損壊家屋 1985 戸、床上浸水 2642 戸、道路被害による不通箇所 160 箇所、孤立集落は 40 地区を数え、奈良県では、死者 14 名、行方不明者 10 名、全壊家屋 49 戸、半壊家屋 69 戸、床上浸水 13 戸に至る大災害であった。今回の全崩壊土砂量は紀伊半島全体で 1 億 m^3 と見積もられており、その処理も重要な課題である。

本稿は(社)砂防学会等の調査団に加わって土砂災害の調査を行った結果を示し、災害の実態や特徴、防災上、学術上重要と思われる事項について紹介する。

2. 2011年台風12号の概要

(1) 台風の進路

2011年8月25日にマリアナ諸島近海で発生した台風12号は、徐々に西に移動しながら南海上をゆっくりと北上し、強い勢力を保ったまま9月3日10時前に高

知県東部に上陸し、3日18時頃に岡山県南部に再上陸、4日未明に山陰沖に抜けた。当初関東方面に向かうという予測であったが、太平洋高気圧の張り出しにより北上進路が徐々に西側に変わり、進路予想が難しい台風であった。このルートを通過する台風は、これまで紀伊半島南部に大雨をもたらすことがあり、今回も甚大な土砂災害が発生した。

(2) 降雨量

図-1は台風12号による紀伊半島の総雨量分布を示したものである¹⁾。総雨量のピークは奈良県上北山村と和歌山県田辺市熊野付近にあり、これらのピーク値は2000 mmを超えて、総雨量 1000 mm以上の地域が広範囲に渡っていることがわかる。図-2は三重県宮川村、奈良県上北山村、和歌山県新宮市の時間雨量と積算雨量の時間変化を示したものである²⁾。山間部の上北山村または宮川村と海岸に近い新宮市の降雨特性が異なることがわかる。すなわち、山間部では時間雨量は 30～50mm/hr とそれほど大きくないが 3 日間同程度の強度の雨が降り続き、積算雨量が 1500mm を超えている。海岸近くでは、積算雨量は他の地点の半分以下であるが、強雨強度が非常に大きく、100mm/hr を超えている。

(3) 降雨特性

図-3は台風の中心の位置を 6 時間ごとに示したものである。9月3日 高知県に上陸してから、9月4日未明には鳥取県から日本海に抜けている。この台風は日本海に抜けてから数時間停滞するかのようにゆっくり進んだ。図-2 の上北山村の降雨データを見ると、9月2日3

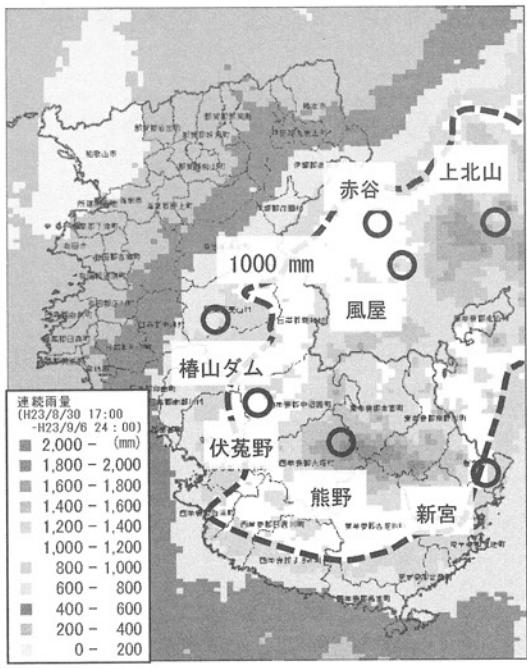


図-1 紀伊半島の総降雨量分布¹⁾

時から4日3時までに総雨量の80%が集中している。この間の台風の移動速度は約10km/hr程度であり、非常にゆっくり進んでいる。もしもこれが、倍の速度で進んでいたら総雨量は実際の6割程度であったと推測される。2009年の台風モーラコットは、台湾を通過してから5km/hr程度の速度で進んだことが災害を大きくした原因の一つであるが、もしこの速度であったなら、降雨量は1.8倍の3240mmと見積もられる。

3. 土砂災害の実態

(1) 奈良県内の土砂災害

図-4は十津川上流域の五條市大塔町、天川村、十津川村における主な土砂災害の位置を示したものである。これらについて簡単に説明する。

a) 赤谷地区

大塔町赤谷は十津川支流の河原樋川流域の支川流域にあり、写真-1に示すような深層崩壊が発生した。人的被害はなかったが、下流のキャンプ場施設が被災した。発生時刻は不明であるが、すぐ下流の赤谷・清水地区では大規模崩壊が9月3日の19時に発生している。崩壊の幅は460m、長さ1100m、崩壊土砂量940万m³程度と推算されている。この斜面は北西向きであり、この地域ではこの向きの斜面が流れ盤の構造を呈している。地質は砂岩、泥質岩である。崩壊面に湧水の痕跡等は見あたらず、流れ盤に沿って深層崩壊したと考えられる。航空写真から崩壊地の上部に二重山稜も確認でき、深層崩壊発生地の特徴が見られた。崩壊土砂は天然ダムを形成し、

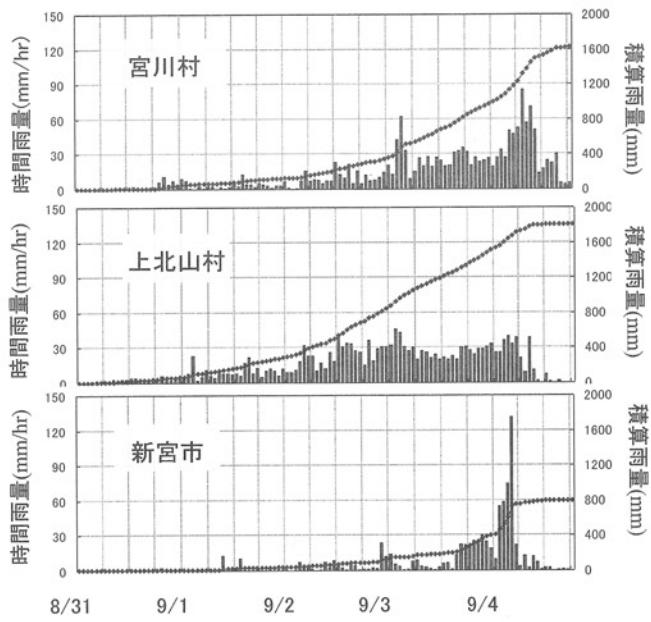


図-2 紀伊半島の主な地点の降雨量²⁾

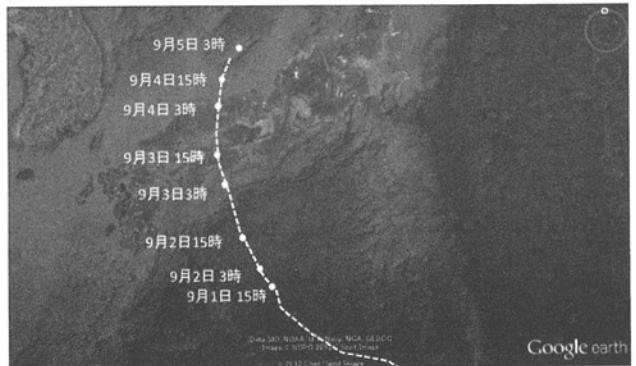


図-3 台風12号の中心の軌跡

その後、越流により流路が形成されたが決壊には至らなかった。当初の天然ダムの高さは85m程度であった。現在は、緊急対策として仮排水路が建設されている。写真-2は2012年5月時点の天然ダムと仮排水路の状況である。

b) 宇井地区

大塔町宇井では9月4日の7時6分に写真-3に示すような大規模崩壊が発生し、その崩土が対岸の高台の集落を襲い、十津川本川を閉塞した。死者7名、行方不明者4名が犠牲となった。天然ダムはその後越流により自然決壊した。崩壊の幅は200m、長さ550mで、赤谷と斜面方向は異なるが、流れ盤の構造が滑ったものと考えられる。自主避難していた住民が、台風が日本海に抜けた4日の早朝帰宅し被災されたという事例もあった。

c) 長殿地区

十津川村長殿の長殿谷でも深層崩壊が発生し、天然ダムを形成した。幅250~300m、長さ480~660m



図-4 奈良県十津川上流域の主な土砂災害地点



写真-1 大塔町赤谷の深層崩壊



写真-2 赤谷の天然ダムと緊急対策工



写真-3 大塔町宇井の崩壊

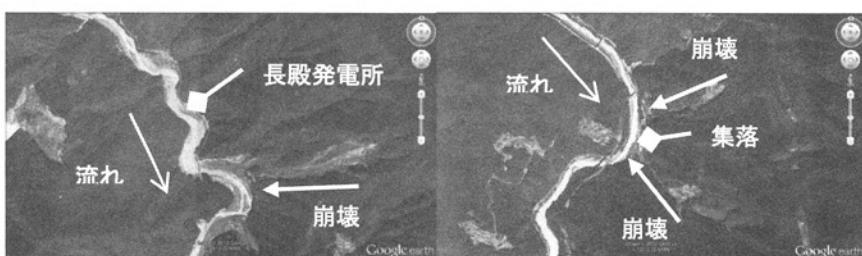


図-5 十津川村長殿濁谷川の崩壊

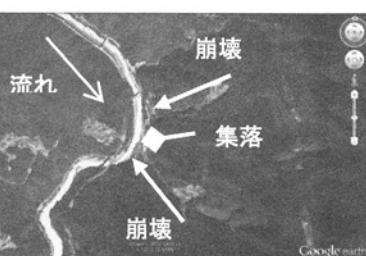


図-6 大塔町辻堂の崩壊

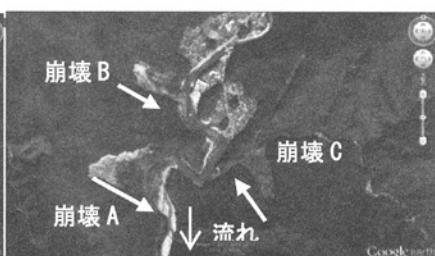


図-7 天川村坪内の崩壊

であり、斜面は赤谷と同様北西に向いている。地質も赤谷と同様である。天然ダムの高さは約80mあり、緊急対策工として仮排水路が建設されている。

長殿の濁谷川では、図-5に示すような崩壊が9月4日3時に発生し、土砂が十津川本川に流入した。その結果、上流の長殿発電所が土砂流入による段波の遡上によって壊滅した。

d) 辻堂地区

図-6は大塔町辻堂周辺を示したものである。集落を挟む2溪流で崩壊が9月4日2時から6時の間に起こった。自主避難により人的被害はなかったが、両方の溪流で土石流の危険があり、帰宅できない状況が続いている。

e) 坪内地区

天川村坪内では、3つの大規模崩壊が発生した。崩壊Aは天川を堰き止め、上流域で氾濫を引き起したが、その後自然決壊した。崩壊Bの土砂は天川に堆積し、そのために流れが左岸側に寄り、その洪水によって左岸付近の住宅が流失した。

(2) 和歌山県内の土砂災害

図-8は和歌山県内の主な土砂災害の位置を示したもので、これらについて実態と現況を説明する。

a) 熊野地区

日置川源流部の田辺市熊野では、写真-4に示すような幅400m、長さ700m、崩壊土量410万m³の深層崩壊が発生した。この地域の地質は古第三紀系牟婁崩壊群に属し、砂岩主体で一部泥岩、礫岩等を含んでいる。崩土の一部は土石流として流下し、崩壊斜面から1kmほど下流に位置する集落にまで達した。この土石流により、死者2名、行方不明者1名の被害がでた。崩土の一部は高さ約60mの天然ダムを形成し、熊野川を堰き止めた。その土塊の表面にはスギやヒノキが立ったままの状態で残っており、土塊が構造を崩さずに移動した様子が伺えた。

写真-5は土石流通過区間の状況を示したもので、複数の巨岩の流出が確認された。また、河道から15m以上高いところに建てられた家屋も写真のように室内は泥をかぶり、柱の一部が破壊されていた。これらから大規模な土石流であったことがわかる。



図-8 和歌山県の主な土砂災害地点

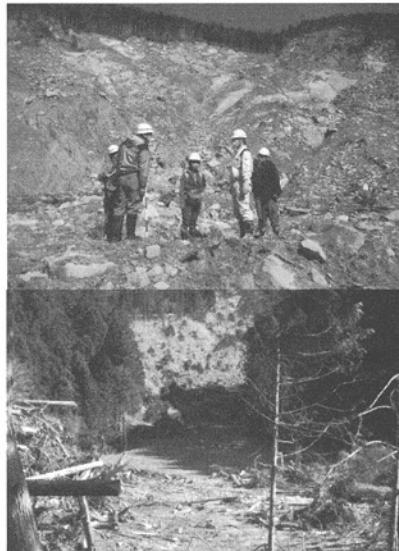


写真-4 熊野の深層崩壊、天然ダム、天然ダム緊急対策工



写真-5 熊野の深層崩壊の下流域



写真-6 伏菟野の大規模崩壊

この天然ダムは当初決壊の危険性があると考えられていたが、湛水容量が少ないため、堤体を切り下げる土砂で湛水池を埋め戻し、鋼製枠を使って仮排水路を設置するような緊急対策工が用いられた。写真-4にその状況を示す。

b) 伏菟野地区

田辺市伏菟野地区では、9月4日午前0時40分ごろ大規模崩壊が発生し、死者5名、全壊家屋5戸をもたらした。崩壊長は290m、崩壊上部の幅は130m、滑落崖の高さは50m、堆積土砂量は15万m³と見積もられている。写真-6は崩壊地の様子を示したもので、崩壊土塊が流動化せず斜面下部に堆積していることがわかる。地質は砂岩、泥岩である。

(3) 和歌山県内の河川災害

和歌山県内では日高川、那智川で大きな災害が発生した。日高川では、図-9に示すように椿山ダムおよび椿山ダム下流域で洪水災害が発生した。ここではこれについて紹介する。

a) 椿山ダムへの流木流入

椿山ダムは堤高56.5m、堤頂長236m、総貯水量4900万m³の多目的重力式ダムである。台風12号過後の写真を見ると、湖面一面、またゲート付近にも

多量の流木が堆積していた。流木量の正確な数値はよくわからないが、平年の200倍以上の流木が流入したとの概算もある。また、流木の発生場所は特定していないが、林間に放置された間伐材がかなり流出しているようである。また、渓流の近くにまで植林された樹木も河岸侵食によって、多数流出したものと推察される。

b) 日高川の河川災害

日高川では、上流の椿山ダムで但し書き放流が実施されるほどの大洪水の流入があり、下流域で流量4000m³/sに及ぶ洪水が発生し、死者3名、行方不明者1名、家屋の全壊59棟、半壊32棟、床上浸水180棟という被害をもたらした。

写真-7は椿山ダム直下流の河床低下の状況を示したもので、河床が露岩化していることがわかる。聞き取り調査によると、この河床低下はむしろ洪水氾濫の危険性を低減させたようで、中下流で洪水氾濫が発生したのに対し、露岩化して河床低下が抑制されたこともあり、ダム直下流域では洪水氾濫がなかった。中流部から下流部にかけては、写真-8のように土砂が堆積している。このように、洪水によりダムの下流のほとんどの土砂が日高川下流部に堆積しており、上流部での魚類への影響が懸念されると

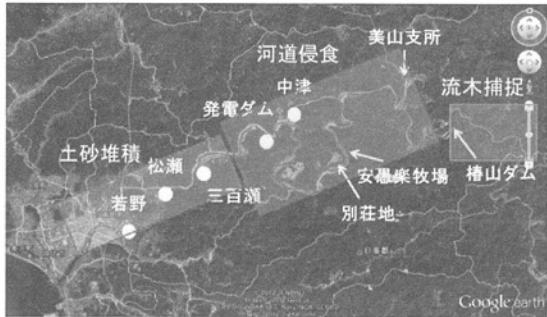


図-9 日高川町日高川の主な河川災害



写真-7 椿山ダムの直下流および下流域の露岩化



写真-8 下流部での土砂堆積



写真-9 橋梁の流失



写真-10 堤防の破損



写真-11 別荘の被害

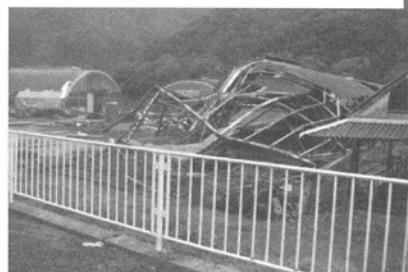


写真-12 牧場の被害

いう意見も聞かれた。

日高川では多くの橋梁や堤防が被災した。写真-9は流失した橋梁を示したものである。被災原因は河床低下、流木等の閉塞などが考えられ、それらが複合的に関係していると考えられる。破壊形態には、取り付け部が破断しているもの、欄干部が波打つほど橋梁本体が歪んだもの、欄干に草や流木が引っ掛けたり洪水の流体力で破壊されたものなどがあった。写真-10は河床低下と護岸の被災の状況を示したものである。ダム直下から中流部まではこの写真のように露岩している個所が目立ち、それとともに護岸も大きな被害を受けている個所が多数あった。

写真-11は河岸沿いに建てられていた別荘の被災状況を示したものである。30棟以上が建てられていたが、写真のような状況で数棟だけ残っていた。これらの別荘は左図に見られるように、高水敷に建てられているように見えた。写真-12は河川沿いにあった牧場の建物の被災状況を示したものである。洪水時、多くの牛と豚が流され、台風通過後樹木の上部に引っかかった牛の処理に苦労したことである。

4. 警戒避難に関する考察

(1) 降雨やイベントの時間変化

図-10は奈良県十津川村風屋（図-1参照）における時間雨量と積算雨量を示したもので、積算雨量の図には、大塔町、十津川村で発生した主な崩壊の内、発生時刻がわかっているものについてその時刻を示している³⁾。この図によると、積算降雨量が200mmを超えた辺りで土砂災害警戒情報が発令され、800mmを超えた辺りから大規模な崩壊が発生し始めている。土砂災害警戒情報が発令されてから、大規模崩壊が発生するまでの時間は約1日である。

(2) 道路の不通箇所

道路の不通箇所の発生のタイミングは避難行動において重要である。十津川上流域の国道168号線で土砂流出により道路が不通になった場所と時刻に関する調査³⁾によると、長殿地区の辺りで9月2日の23時に2か所通行の不能の箇所が出ていた。これは、土砂災害警戒情報が発令されてから、約半日後積算雨量が500mmに達したところである。その後も長殿から辻堂の区間で3か所、不通箇所が発生している。

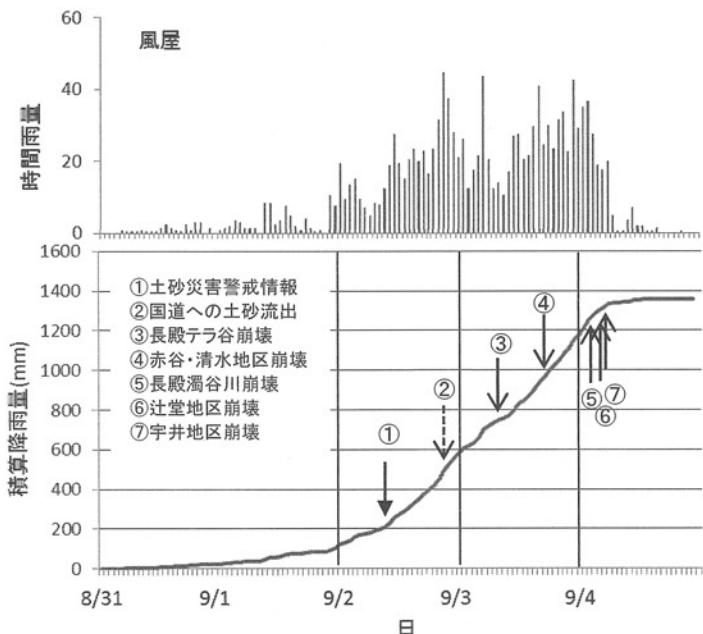


図-10 風屋の降雨と崩壊発生時刻

(3) 崩壊発生の基準雨量

図-11は奈良県内の崩壊発生場所に近い風屋の雨量データを用いて、崩壊発生時刻³⁾から崩壊発生時の積算雨量を求めた結果を示したものである。積算雨量が600mmを超える辺りから崩壊が発生し始め、降雨終了間際で1300mmを超えると、崩壊数が急激に増加している。台風12号が日本海に抜けたとき積算雨量は1200mm程度であり、ここから台風が停滞気味に進んだときに100mm以上の降雨が加わり、積算雨量が1300mmを超えた。この台風の停滞により、被害が大きくなつたと考えることもできる。

(4) 警戒避難

前述のように9月2日の23時には、道路の不通箇所が発生している。このことを考えると、安全な避難のためには2日の23時以前に避難するのが望ましいと考えられる。土砂災害警戒情報が発令されてから、半日しかないのですぐに行動することが肝要である。また、1300mmを超える辺りから急激に崩壊発生個数が増加することを考えると、地域内の避難所でも危険な状態に陥り、そうでなくとも孤立する危険が高い。そのよう降雨が予想される場合、地域外への避難も考えるべきであろう。

5. おわりに

台風12号による紀伊半島土砂災害について、得られた主な知見を列挙する。

(1) 台風12号が甚大な土砂災害をもたらした理由の一つは、その進路とゆっくりした速度にある。

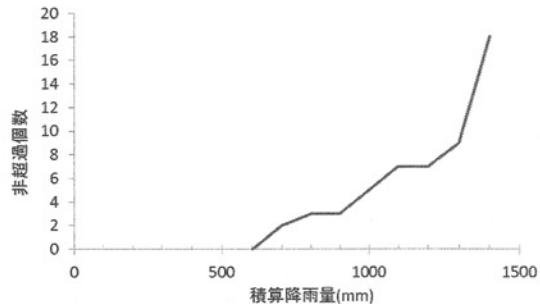


図-11 崩壊発生時の積算降雨量



写真-13 十津川と西川合流点の土砂堆積

(2) 十津川上流域では、積算雨量500mm辺りで国道に土砂が流出し、通行不能箇所が発生した。その後、600mmを超える辺りから崩壊が発生し、1300mmを超えると多数発生した。土砂災害警戒情報が発令されてから、半日後には道路の不通箇所が発生するので、それまでに避難することが望ましい。

最後に、大規模土砂災害の後、写真-13に示すように大量の土砂が河道に堆積し、洪水氾濫やダム堆砂などの問題を引き起こす。山間部では土砂を処理するスペースが少ないと、多量の土砂を運搬する道路がないこと、貯水池に溜まった土砂を下流に流すことを下流域自治体と合意することが難しいことなどの理由で、土砂の処理が進まず、被災地の復旧、復興の障害になることが懸念される。

謝辞：本稿は、奈良県砂防課、和歌山県砂防課の協力を得て、(社)砂防学会紀伊半島土砂災害調査委員会等で調査した結果をまとめたものである、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 和歌山県：台風23号災害発生箇所判読業務報告書、2011。
- 2) 松村和樹他：2011年9月台風12号による紀伊半島で発生した土砂災害、砂防学会誌、Vol.64, No.5, p.43-53, 2012.
- 3) 奈良県：大規模土砂災害の監視・警戒・避難のシステム検討会資料、2012。

(2012.5.9受付)