

2012年7月阿蘇土砂災害で見られた石礫と流木の長距離到達

宮崎大学農学部 清水 収

1. はじめに

平成24年7月九州北部豪雨では、阿蘇カルデラ地域で7月11日深夜から12日早朝にかけて記録的な豪雨となり、激甚な土砂災害が発生した。この災害では、記録的短時間大雨が誘因となった土砂移動の激しさ、不安定土砂や谷地形の未発達といった火山由来の素因、斜面に近接した集落の立地といった土地利用、そして深夜の豪雨最中での警戒避難、などの特徴が明らかとなった。

多くの災害が既に指定されていた土砂災害危険箇所が発生したもの、それら以外の斜面や指定区域外でも人的被害を伴う災害の発生事例があり（阿蘇地域土砂災害検討委員会、2013）、それらは前述の特徴から引き起こされた結果である。この問題意識から本研究は、崩壊や土石流によって石礫と流木が遠方まで到達した災害事例に注目して、その実態を調べたものである。

2. 調査地と方法

調査地は阿蘇カルデラ北東側のカルデラ壁での多くの災害地から、3か所を選んだ。一番目は手野古城5の2公民館近くの崩壊で、ここは急傾斜地崩壊危険箇所に指定されていた（以下、古城と呼ぶ）。二番目は手野一の宮高齢者センター近くの崩壊で、死者1名が発生した（以下、手野と呼ぶ）。三番目は坂梨の土石流で、死者6名が発生した（以下、坂梨と呼ぶ）。手野と坂梨は、ともに土砂災害危険箇所の指定はなかった。

現地において、ディファレンシャルGPSで外周と縦断の測量を行った。氾濫域において大きな礫の分布を調べるため、縦断測線に沿って最大礫径を計測するとともに、礫の集中堆積箇所では10m×10m方形区を設け、最大のものから5個または10個の礫径を計測した。流木は、集中堆積区において10m×10m方形区に幹の一部でも含まれる流木（直径10cm以上を対象）の本数を数え、主な長さを記載した。

3. 結果

3.1 古城

崖錐斜面が図-1のように長さ70m、幅10~20m、鉛直深さ4~10mの規模で崩壊し、崩壊土砂量は2,800m³と推定された。土砂には崖錐を構成していた大きな礫（径0.5~3m）が多数含まれ、スギ倒木とともに測点6付近から大きく広がって氾濫した。図-1に円で示した所にあった建物3棟が全壊し、土砂は測点1まで到達した。住民から「発生時には水も多く流れてきた」との情報を得た。

流れの中心は縦断測線の位置だったと判断され、これに沿って径1mを上回る礫が多く分布した。これらを調べた結果を図-3に示す。最大礫径は下流端の測点1で80cm、家屋全壊地点に近い測点2で

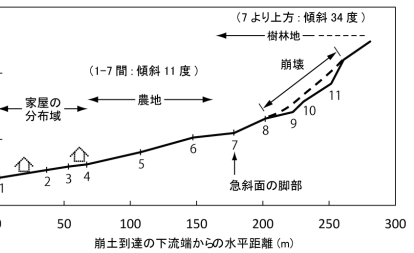
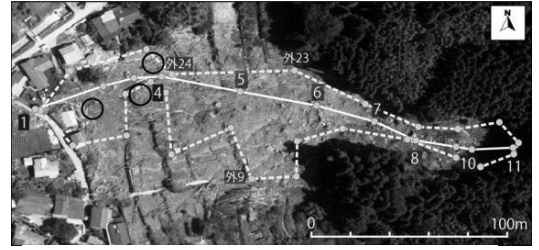


図-1 古城の崩壊の平面図と縦断面図

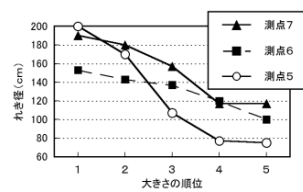


図-2 古城の方形区礫径調査

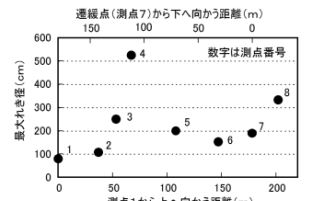


図-3 古城の最大礫径分布

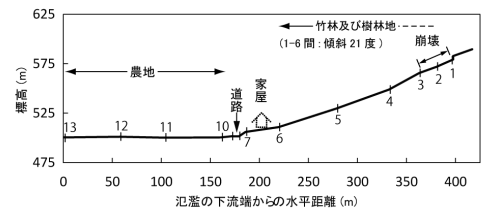
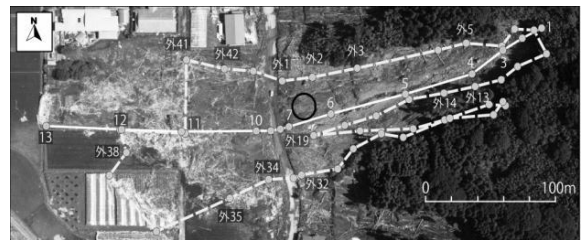


図-4 手野の崩壊の平面図と縦断面図

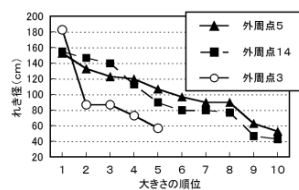


図-5 手野の方形区礫径調査

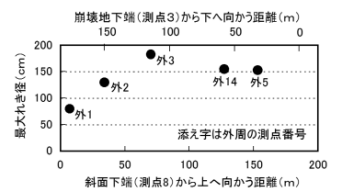


図-6 手野の最大礫径分布

108cm であり、これらは傾斜遷緩点の測点 7 からそれぞれ 180m, 140m の距離である。測点 7 から崩壊地上端までの高低差 55m を崖の高さとする、その 2 倍の水平距離を超えた所に大きな礫が到達し家屋全壊の被害が発生した。

3.2 手野

図-4 のように比較的傾斜の緩い長大斜面の中腹で長さ 30m, 幅 25~30m, 深さ 2~6m, 崩壊土砂量 2,300m³ の規模で崩壊した。崩壊土砂は径 1m 前後の礫を含む崖錐と降下火山灰層である。

崩壊地から下に続く斜面では、スギと竹林が一掃され、また全体に土砂が厚さ 0.3m 前後で薄く堆積した。この堆積土砂量は 1,800m³ と見積もられ、崩壊土砂の 8 割が斜面上で堆積した。縦断測線の位置が流れの中心で、測点 6 と 7 の間にあった家屋は全壊した。一方、大きな礫は流れの両岸にあたる北側と南側の外周に沿って堆積し、側方は中心に比べ流れが弱かった。最大礫径を調べた結果を図-6 に示す。崩壊地下端から 190m 離れた斜面末端付近で最大礫径 80cm であった。

道路を越えた平地には、流木と大礫を含まない土砂が大きく拡がって氾濫した。流木は氾濫域の外縁に沿って舌状に分布しており、流木は段波の先頭に含まれて、流れと一体化して放射状に拡がったと推測される。流木の最遠到達点は平地を 120m 移動した位置にあった。

3.3 坂梨

図-7 のように、測点 1~14 は河流のない緩傾斜地で、その上は滝を持つ急崖によって地形が不連続となっていて、上流 1 次谷とつながっているとは認識し難かった。1 次谷内で 5 か所の崩壊（推定土砂量 11,000m³）が発生し、また滝の直下の崖錐が大規模に洗掘（推定土砂量 33,000m³）され、土石流が図-7 の破線の区域を流下・氾濫した。氾濫域は長さ 700m, 面積 46,000m² の大きさである。崩壊地からは細粒火山灰、崖錐からは多数の巨礫を含む土砂が流出した。また、測点 14~10 間のスギ林は全てなぎ倒され、そのうち多くが下流へ流出した。家屋が測点 6~1 間に分布しており、そのうち特に測点 6~3 間において家屋 6 軒が全壊した。

氾濫域の幅全体にわたって土砂が概ね 0.5m 未満の厚さで堆積していたが、流れの中心は縦断測線の位置にあり、これに沿って礫が分布した。その結果を図-9 に示す。上流側では 4m 以上の巨礫が散在し、家屋全壊位置（測点 5）には 2m 弱の大きな礫が到達した。また、流木は測点 5~3 間に大量に到達しており、最も密集した地点の方形区では 52 本が堆積していた。測点 3 を過ぎると堆積の規模は一気に低下し、測点 1 が流木と土砂の最遠到達点であった。測点 3~1 間の平均傾斜は 2 度である。

4. 到達距離の評価

石礫や流木の長距離到達を表わすのに、土砂災害警戒区域の基準を超えたかどうかが目安となるが、手野は斜面傾斜 30 度未満のため適用できない。そこで、古城と手野の崩壊について等価摩擦係数で表わす。図-10 は、前述した最大礫と流木の各位置の H/L である。礫の最遠点は古城 0.34, 手野 0.36 とほぼ同じで、礫径も共に 80cm であり、古城と手野は崩壊部もその下部の傾斜も全く異なるにも関わらず興味深い。家屋全壊位置はこれらより手前であった。また、手野の流木到達点が礫より遠いことも表現できており、最遠到達点は 0.24 である。土砂災害防止法における崩壊の警戒区域は、がけ崩れが主対象だと判断され、今回の様な長大斜面や緩斜面の崩壊に対しては、H/L のような別な表現が必要と考える。

一方、坂梨の土石流では、流木と土砂の最遠到達点が傾斜 2 度付近であり、現象面では土砂災害防止法における土石流の警戒区域の範囲内であった。

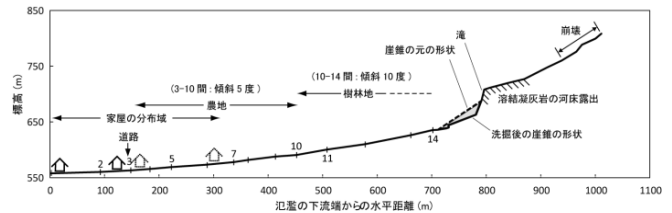
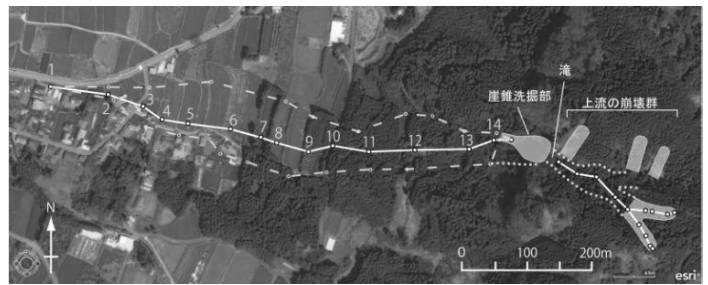


図-7 坂梨の土石流の平面図と縦断面図

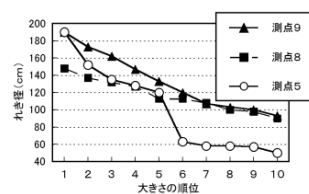


図-8 坂梨の方形区礫径調査

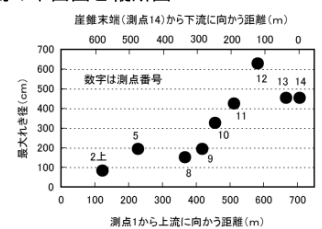


図-9 坂梨の最大礫径分布

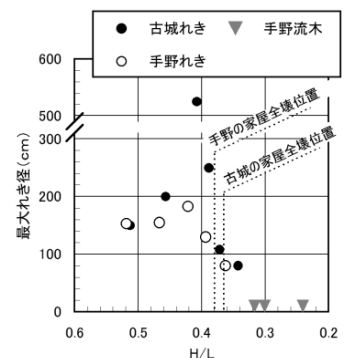


図-10 古城および手野の崩壊における礫と流木の到達位置