

地形と地質および植生を指標とした土砂災害履歴の推定について —阿蘇カルデラ地域を例として—

国土交通省 九州地方整備局 阿蘇砂防事務所 吉田 桂治^{※1}、梶原 慎一

八千代エンジニアリング株式会社 ○福塚 康三郎、遠山 貴之、本田 一彦、吉崎 雄宏、藤原 弘士

熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター 鳥井 真之

熊本大学 大学院 先端科学研究部 副島 顕子

大阪公立大学 大学院 理学研究科 奥野 充

※1 現所属：国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所

1. はじめに

平成 24 年九州北部豪雨災害では、坂梨地区等の阿蘇カルデラの外輪山北東～東部地区周辺において大規模な土砂災害が発生した。また、平成 28 年熊本地震では、阿蘇大橋等の外輪山西部地区周辺及び中央火口丘西部地区周辺において大規模な土砂災害が発生した。本発表では、近年、谷出口付近に達する大規模な土砂移動が発生していない溪流(西平川 1、花原川 1、東下田川 2)における代表的な斜面崩壊地(以下、崩壊地)やその周辺斜面を対象として、地形と地質および植生の各指標を活用した土砂災害履歴の推定手法の検討事例について報告する。

2. 溪流の概要

2.1 西平川 1

西平川 1 は阿蘇カルデラ外輪山西部の阿蘇市的石地区に位置し、流域面積は約 0.93km²、計画流出土砂量は約 82,700m³ である。現在、谷出口付近において透過型砂防堰堤が施工されている。カルデラ壁には主に先阿蘇火山岩類と、Aso-1 および Aso-2 火砕流碎流堆積物が分布する。植生については、上流域は混交林、中流域は草本類、下流域は針葉樹が主体となっている。

2.2 花原川 1

花原川 1 は阿蘇カルデラ外輪山北西部の阿蘇市西湯浦地区に位置し、流域面積は約 0.40km²、計画流出土砂量は約 20,100m³ である。現在、谷出口付近において透過型砂防堰堤が施工されている。カルデラ壁に分布する地質は西平川 1 と概ね同様である。植生については、上流域は草本類、中～下流域は針葉樹が主体となっている。

2.3 東下田川 2

東下田川 2 は中央火口丘南部の南阿蘇村中松地区に位置し、流域面積は約 0.14km²、計画流出土砂量は約 26,100m³ である。現在、谷出口付近において不透過型砂防堰堤が施工されている。斜面には夜峰山火山岩類(塊状/自破砕状の安山岩)が分布する。植生については、上流域は草本類、中流域は広葉樹、下流域は針葉樹が主体となっている。

3. 検討手法

3.1 地形指標

過去の噴火・土砂移動に関する文献や新旧の空中写真(オルソ写真を含む)等を収集した後、空中写真を用いて斜面崩壊の発生履歴や広域的な植生状況(針葉樹、広葉樹、草本類等の分布)を把握した。また、最新の航空レーザ測量成果(1mDEM データ)を用いて、崩壊地、滑落崖、ガリー、遷急線および遷緩線等の微地形判読を行った。

3.2 地質指標

現地踏査を行い、溪流全体の地形地質状況を整理した後、代表的な崩壊地を選定し、簡易貫入試験やピット調査(掘削深度 1~2m 程度)等を実施した。主にピット掘削面から得られた火山灰や炭質物を用いて、顕微鏡分析や EPMA(電子プローブマイクロアナライザ)分析、放射性炭素(14C)年代測定を行い、斜面崩壊の発生頻度や土砂移動イベントとの関連性について検討した。吉田ら¹⁾は砂防堰堤施工箇所において、同様の検討を実施した。

3.3 植生指標

選定した崩壊地において、地質解析と併せて、植生調査(成長錐、群落組成、毎木、生育環境、景観)を行った。成長錐調査は崩壊地内に生育する樹木の年輪を直接計数するものであり、斜面崩壊後の経過年数を把握することを目的とした。また、景観調査は 2 時期(夏・秋)で行い、パッチ状植生の分布状況を把握することを目的とした。

4. 検討結果

地形・地質指標に基づいて選定した代表的な崩壊地(平成 28 年熊本地震被災箇所)周辺において、地質指標(火山灰・放射性炭素年代等)と植生指標(樹齢・種構成・階層構造)を組み合わせることにより土砂災害履歴を検討した。

4.1 西平川 1

平成 28 年熊本地震(約 6 年前)で生じた崩壊地では、比較的厚く堆積した崩壊堆積物(A. D. 1770 年頃の年代値を示す炭質物を含む礫混じりシルト等)上に樹齢約 6 年のアカメガシワ等の生育が確認され、先駆性の草本群落から木本群落への遷移途中であることが推定された。崩壊地近傍の溪岸には樹齢約 60 年のコナラやヤマザクラ等の生育が確認された。斜面崩壊の発生頻度は、過去約 250 年間に於いて、単純平均で約 60 年に 1 回程度と推測された。

4.2 花原川 1

平成 28 年熊本地震(約 6 年前)で生じた崩壊地では、比較的厚く堆積した崩壊堆積物(径 1~数 m におよぶ岩塊を主体とし、表土はほとんど発達しない)上に樹齢約 6 年のアカメガシワ等の生育が確認され、先駆性の草本群落から木本群落への遷移途中であることが推定された。崩壊地近傍の斜面(崩壊跡地)には樹齢約 60 年のシロダモやヤマザクラ等の生育が確認された。斜面崩壊の発生頻度は、過去約 60 年間に於いて、1 回程度と推測された。

4.3 東下田川 2

平成 28 年熊本地震(約 6 年前)で生じた崩壊地では、薄く堆積した崩壊堆積物(B. C. 1519 年頃や A. D. 1102 年頃の年代値を示す炭質物を含む礫混じり火山灰質シルト)上に先駆植物のススキが広く生育し、一部にカラスザンショウ等の先駆性の陽樹が侵入している。西平川 1 と比較すると、植生の被度が小さく低木の樹高も低いいため、現在も表土は不安定と考えられる。崩壊地近傍の斜面(崩壊跡地)には樹齢約 60~70 年のタブノキやヒノキ等の生育が確認された。斜面崩壊の発生頻度は、過去約 3500 年間に於いて、単純平均で約 1180 年に 1 回程度と推測された。

5. 考察

5.1 斜面崩壊の発生頻度

代表的な崩壊地とその周辺斜面等において、地形・地質・植生指標を組み合わせることで土砂災害履歴を検討した結果、各溪流において、直近 100 年以内に 2 回以上の斜面崩壊が発生していることが明らかとなった。また、得られた植生指標より、各溪流において、1953 年(昭和 28 年/約 70 年前)の 6.26 豪雨災害に伴う斜面崩壊の発生が推定された。中央火口丘南側に位置する東下田川 2 の崩壊跡地のピットでは、複数の火山灰質土層が確認されたため、EPMA 分析を行った。その結果、ほぼ全ての火山灰質土層に鬼界アカホヤ火山灰(約 7300 年前)が含まれていることが明らかとなったため、約 7300 年前以降、当該斜面では繰り返し土砂移動が発生していることが推測された。

5.2 斜面崩壊後の植生回復過程

植生指標に基づく検討結果から、斜面崩壊後の植生回復は、経過年数とともに種構成や階層構造が変化し、かつそれらは場所が異なっても概ね同様の傾向を示し、パッチ状植生として景観に反映されている(図-1)。崩壊直後の植生として、平成 28 年熊本地震から約 6 年が経過したこれらの崩壊地では、いずれも先駆性の陽樹からなる低木林が成立しつつあり、種構成から見た植生の遷移段階は概ね同程度であった。これに対して、崩壊地に隣接する斜面(崩壊跡地)等では、いずれも樹高 10m 以上の落葉広葉樹等からなる高木林が成立している。成長錘(樹齢)調査の結果、西平川 1 と花原川 1 では崩壊から 60 年程度が経過、東下田川 2 では 70 年程度が経過していたが、その 10 年の間には“低木層への常緑樹の侵入の程度の違い”として植生に差が生じていることが明らかとなった。



図-1 東下田川 2 の検討箇所周辺の景観(R4.11 撮影)

6. おわりに

土砂災害の多くは生活圏に隣接する中山間地域の斜面で発生しており、効率的・効果的な土砂災害危険度の評価が求められている。本検討事例では、斜面崩壊とパッチ状植生との関連性を明らかにした。このため、阿蘇カルデラ地域において、地形・地質・植生の各指標を組み合わせた土砂災害履歴の検討手法は有効と考えられる。

参考文献 1) 吉田桂治・江口 秀典・寺本 泰之・福塚康三郎・石坂岳士・池田誠・鳥井真之・奥野充：阿蘇カルデラ外輪山北西部地区における土砂災害履歴について—西湯浦川 1 および花原川 1 を例として—，令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集，p. 329-330，2022