

地形特性が崩壊土砂の挙動に与える影響

(独) 土木研究所 ○吉永子規, 武澤永純, 森田耕司, 石塚忠範

1. はじめに

崩壊に起因して発生する土砂災害の形態は、崩壊土砂が崩壊地直下に堆積するか、または土石流化し下流へ流下するかによって異なる。例えば、前者では天然ダム形成・決壊等による被害が想定され、後者では流下した土石流による直接的な被害が想定される。したがって、今後対策を講じていく上で崩壊土砂の挙動を想定することは重要である。

これまで、崩壊後の土石流化について、地形要因に着目した研究には石川(1999)¹⁾や山田ら(2000)²⁾がある。石川(1999)や山田ら(2000)は、崩壊土砂の河道への流入角度や崩壊土砂流入部での河床勾配が、土石流化する崩壊地との関係が大きいことを明らかにした。また、林ら(2011)³⁾は、天然ダムの発生場の特徴について、崩壊規模と河道地形の曲率(河道の広狭)を整理し、これらが天然ダムの発生場を特徴づけるとしている。

しかしながら、既往の研究で検討されている地形要因は、崩壊規模に影響を受けるものと考えられるが、それに関しては評価されていない。例えば、図-1のように同様の河道地形においても、上図のように、河道における崩壊土砂を流下させる能力に対し崩壊土砂が大きいものは、崩壊土砂が崩壊地直下に堆積し、天然ダムを形成する「堆積型」になりやすく、逆に下図のように、崩壊土砂が小さいものは崩壊土砂が土石流となる「流下型」になりやすいと考えられる。そこで本検討では、崩壊地から河道への供給条件と崩壊規模を考慮した崩壊地直下の河道の地形条件に着目し、それらが崩壊土砂の挙動(堆積型・流下型)に与える影響について分析を行った。

2. 検討手法

本検討では、崩壊土砂の挙動は、河道の地形条件に対する崩壊地からの供給条件の大きさに、影響を受けているものと考えた。この時、崩壊地からの供給条件は、土木研究所(2012)⁴⁾におけるハイドログラフの設定手法を参考に算出したピーク流量をもって評価した。また、河道の地形条件は、最大崩壊深と同等の水深を想定した河道断面が流しうる流量をマンニング式より算出し評価した。

3. 対象事例

対象とした崩壊地は、平成23年8月の台風12号により奈良県五條市および十津川村で発生した崩壊地6箇所と、平成23年7月の台風6号により高知県北川村で発生した崩壊地3箇所の計9箇所である。

崩壊前後の航空レーザー測量データ(以下、LPと標記)およびオルソ画像を元に崩壊地ポリゴンを作成し、崩壊地と崩壊地直下の河道部において、各メッシュの差分量を計測した。このとき、差分量は崩壊後と崩壊前の標高差とメッシュの面積の積とした。このうち、差分量が0未満のメッシュの範囲を崩壊部とし、差分量の総和を崩壊量、0以上のメッシュの範囲を堆積部とし、差分量の総和を堆積量とした。算出した崩壊量と堆積量を用いて、崩壊量・堆積量比を算出した(表-1)。

4. 崩壊地からの供給条件の算出

崩壊地からの供給条件は、上記で作成した崩壊地ポリゴンと崩壊前後のLPの差分量から崩壊規模を計測し算出した。崩壊土砂量は上記で算出した崩壊量とした。また、崩壊部において斜面最頂部を起点に斜面方向に崩壊中心線を作成し、崩壊中心線上の崩壊部の距離を崩壊長、崩壊中心線に直行する横断線のうち、崩壊幅が最大となる距離を崩壊幅とした(図-2)。また、崩壊後のLPより崩壊部の斜面勾配を計測した。その他のパラメーターは、土木研究所(2012)に記載されている値を参照し、崩壊地からの供給条件を算出した。

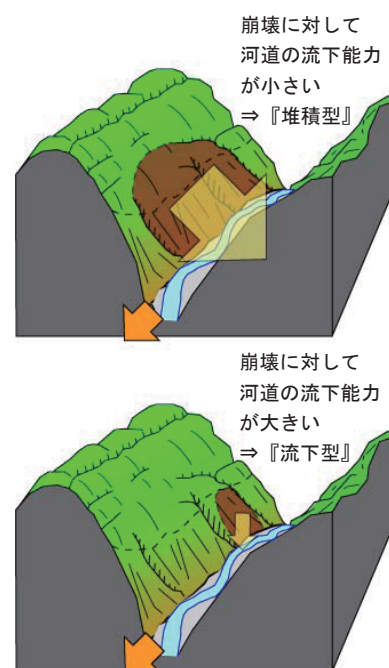


図-1 崩壊規模と崩壊地直下の地形条件の概念図

表-1 対象崩壊地一覧

崩壊地名	発生箇所	災害名	崩壊量・堆積量比
辻堂	奈良県五條市	平成23年台風12号	44%
宇井	奈良県五條市	平成23年台風12号	58%
川原樋	奈良県五條市	平成23年台風12号	56%
赤谷	奈良県五條市	平成23年台風12号	81%
長殿	奈良県十津川村	平成23年台風12号	109%
テラ谷	奈良県十津川村	平成23年台風12号	14%
平鍋	高知県北川村	平成23年台風6号	1%
小島	高知県北川村	平成23年台風6号	0%
和田	高知県北川村	平成23年台風6号	47%

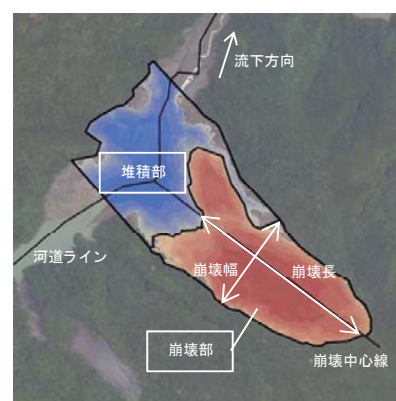


図-2 崩壊規模計測の概念図
(赤谷の事例)

5. 河道の地形条件の算出

河道の地形条件は、崩壊前の LP を用いて作成した河道断面を用いて算出した。まず、崩壊前の LP より 5m コンターの等高線図を作成し、これを参考に河道ラインを設定した。次に、河道ラインに直行する横断図を、河道ラインと崩壊中心線とが交わる点を基点に上流 100m、下流 300m の区間において 50m 間隔で作成した(図-3)。作成した横断図において、崩壊前後の LP の差分より求めた最大崩壊深と同等の水深を想定し、断面積と潤辺を計測した。また、各断面について上流 100m 区間における河床勾配を計測した。以上の計測結果を元に、河道の地形条件を算出した。

6. 検討結果

崩壊地からの供給条件と河道の地形条件を算出した結果の一例として、赤谷の事例を図-4 に示す。赤谷での崩壊地からの入力条件は約 $2.0 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。それに対し、河道の地形条件は、崩壊地直下で比較的大きく約 $3.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ であるが、その上下流河道では $5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であり、河道の地形条件に対し崩壊地からの供給条件は 40 倍程度であった。

図-5 に、対象事例での算出結果を示す。図中の実線は崩壊地からの供給条件と河道の地形条件の大きさが等しい関係を示す。本検討で対象とした崩壊地は、崩壊地からの供給条件と河道の地形条件で、比較的実線から離れた地点にプロットされる A グループと、実線に近い地点にプロットされる B グループの 2 つのグループに区分することができた。つまり、A グループは B グループに比べ、河道の地形条件に対する崩壊地からの供給条件が大きいことがわかった。また、A グループは表-1 に示した崩壊量と堆積量の比がすべての崩壊地で 50% 以上であり、崩壊地直下に堆積する崩壊土砂の割合が大きく、堆積型になりやすいと考えられる。

7. まとめ

本検討では既往の崩壊地について、崩壊地から河道への供給条件と崩壊地直下の河道の地形条件に着目し、それらが崩壊土砂の挙動に与える影響を分析した。その結果、崩壊土砂の挙動は、河道の地形条件に対する崩壊地からの供給条件の大きさに、影響を受けているものと考えられた。しかしながら、本検討に用いた事例は 9 箇所のみであり、他の崩壊地においても同様な傾向が確認できるかについては、引き続き検討が必要である。

8. 謝辞

本検討にあたり、国土交通省近畿地方整備局および国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所には、LP およびオルソ画像を提供して頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献: 1) 石川芳治: 地震による土石流の発生に係わる地形, 地質条件, 砂防学会誌, Vol.51, No.5, p.35-42, 1999
 2) 山田孝・南哲行・菊池英明・三浦郁人: 複合型土石流の発生に関与する地形要因についての統計的解析, 砂防学会誌, Vol.53, No.4, p.23-29, 2000
 3) 林一成・田中頼博・阿部真郎・若井明彦: 地震時における天然ダム発生場の特徴について, 第 60 回平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集, p.154-155, 2011
 4) 土木研究所: 深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル(案), 土木研究所資料第 4240 号, 2012

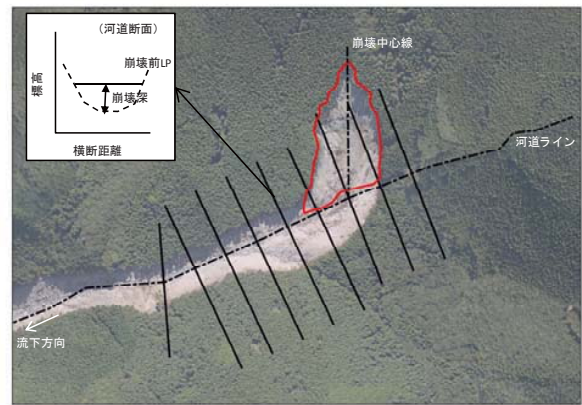


図-3 河道断面計測の概念図(平鍋の事例)

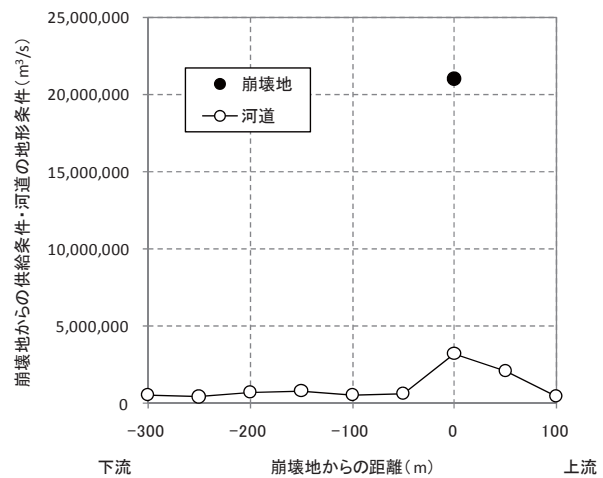


図-4 供給条件と地形条件の算出結果(赤谷の事例)

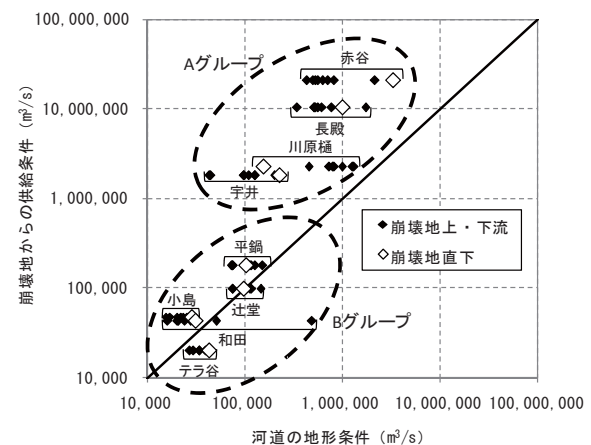


図-5 供給条件と地形条件の比較