

大規模崩壊後の流砂量の観測

(株)荒谷建設コンサルタント 正会員 ○ 稲村 貴志
国土交通省国土技術政策総合研究所 小山内 信智
水野 秀明

1. はじめに

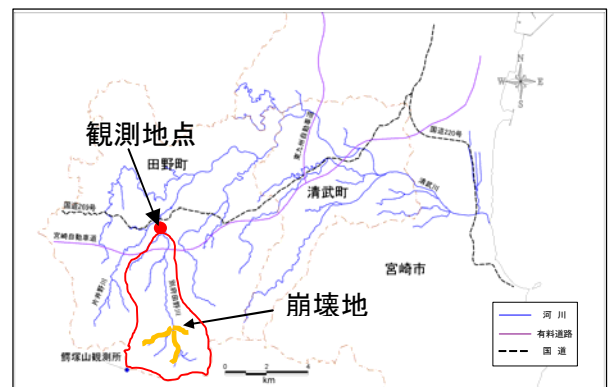
豪雨や地震等が大規模な崩壊を引き起こすと、大量の土砂が溪流に流れ込んで、溪床に堆積する。そのような流域を抱える水系では、上流域からの土砂流出が増加することを踏まえて、総合的な土砂管理計画や砂防基本計画を策定しなければならない¹⁾。水山²⁾の研究では荒廃山地流域における浮遊砂量の観測結果が報告されている。しかし、大規模な崩壊が発生してからの上流域からの土砂流出の経年変化の実態は未だに明らかにされていない。そこで、本研究は大規模な崩壊後の土砂流出がどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。

土砂移動実態を把握する手段として、土砂移動モニタリングがある。流砂量を計測する装置はこれまでに幾つか開発されてきた³⁾。計測方法は流水を直接採取し計測する直接的な方法と濁度計などを用いた間接的な方法に分類できる。今回のように、長期的な影響を考慮するため、流出土砂量の変化を把握する場合は、常時観測をする必要があるため、濁度計等間接的な方法を用いる。

著者らは宮崎県の別府（びゅう）田野川で平成 18 年 6 月 14 日よりモニタリングを開始した。ここでは、平成 20 年 3 月までの約 2 年間の観測結果を報告する。

2. 土砂移動モニタリングの概要

図－1 は観測地点とその対象流域を示したものである。対象流域は宮崎県宮崎市田野町に位置する清武川の支川の一つである別府田野川流域（流域面積 $A=19.13\text{km}^2$ ）である。平成 17 年台風 14 号は 9 月 5 日から 6 日にかけて対象流域を北上し、総雨量 1013 mm、最大 24 時間雨量 559 mm、最大時間雨量が 46 mm という降雨をもたらした。この降雨により別府田野川上流域で大規模崩壊が発生し、約 380 万 m^3 の土砂が生産され、その多くは河道内に堆積した⁴⁾



図－1 観測地点位置図

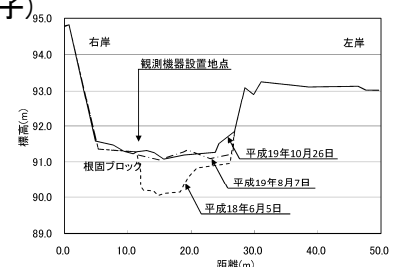
崩壊発生後の観測地周辺の経年変化を写真－1、図－2 に示す。これより、現段階では観測地点の河床高は浸食、堆積を繰り返しながら、増加傾向であったといえる。



写真－1 観測地周辺の経年変化状況（河床上昇の様子）

観測項目は流水中の浮遊砂とウォッシュロードの土砂容積濃度、流量を算定するための水位とした。観測機器は濁度計と水位計を準備し、それらを写真－2 に示すように、観測地点右岸側の根固ブロックに取付けた。

濁度計は流水の濁りを電圧値[V]で出力し、出力値を式(1)(2)に代入して土砂容積濃度を算出した。式は濁度計ごとに替わるため、以下の2つとなった。



図－2 観測地周辺の地形変化

・平成 18 年 06 月 13 日～平成 19 年 08 月 08 日

$$C = 0.0093V^2 + 0.0708V \quad \dots \text{式(1)}$$

・平成 19 年 08 月 08 日～平成 20 年 03 月現在

$$C = 0.5004V^2 + 0.2917V \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、C：土砂容積濃度(%)、V：電圧値である。

水位計は以下のように 2 種類の水位計を用いた。静電容量式水位計の計測値は水位で出力され、内蔵のロガーに記録される。また、水圧式水位計は水位を電圧値[V]で出力し、その出力値を式(3)に代入して水位を算出した。

・平成 18 年 06 月 13 日～平成 19 年 10 月 26 日

静電容量式水位計：水位出力

・平成 19 年 10 月 26 日～平成 20 年 03 月現在

$$\text{水圧式水位計：} H = 1.25(V - 1) \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、H：水位(m)、V：電圧値 である。

3. 土砂移動モニタリングの結果

3. 1 累加浮遊土砂量

観測期間中の降水量、水位、土砂容積濃度、累加浮遊砂量を図-3に示す。累加浮遊砂量は平成 18 年 6 月 13 日～平成 19 年 6 月 13 日までの 1 年間では 3880m³(10.8m³/day)であるのに対して、平成 19 年 6 月 14 日～平成 20 年 3 月 13 日までの 9 カ月間では 794m³(2.9m³/day)であり、減少傾向にある。しかし、この結果は出水期の濁度計の欠側による影響が大きいと考えられるため、今後の継続観測を行うとともに、降雨流出解析と河床変動計算を行い、欠側期間の浮遊砂量を推測したいと考えている。

3. 2 土砂容積濃度と流量の関係

一般に浮遊砂量と流量の関係は $Q_s = \alpha Q^\beta$ (α 、 β ：係数)で示され、水山²⁾の研究報告によると荒廃山地では $\beta = 1.26 \sim 2.79$ 、 $\log \alpha = -6.96 \sim -2.00$ 、 $\log(100\alpha) = -4.96 \sim 0$ であることが報告されている。この関係式は式(4)(5)に書き直すことができる。

$$C = Q_s / Q \times 100 = \alpha Q^{\beta-1} \times 100 \quad \dots \text{式(4)}$$

$$\log C = \log(100\alpha) + (\beta - 1) \log Q \quad \dots \text{式(5)}$$

ここで、C：土砂容積濃度(%)

出水時の 6 降雨イベントを抽出し、この降雨イベントの土砂容積濃度と流量の関係を両対数軸上にプロットし、回帰直線を引いたものを図-4に示す。これより、本観測では流量に対する土砂容積濃度の割合が若干高い傾向にあることが伺える。また、現時点では、経年的な土砂容積濃度の増加・減少に一定の傾向が見られないことが分かる。

3. 3 流量と土砂容積濃度の関係

6 降雨イベントの流量と土砂容積濃度のヒステリシスを図-5に示す。これによると、流量の時間当たりの増加量が少ない場合、土砂容積濃度は流量増加過程で高くなった。一方、流量の時間当たりの増加量が多い場合、土砂容積濃度は流量減少過程で高くなった。前者につ



写真-2 観測機器設置状況

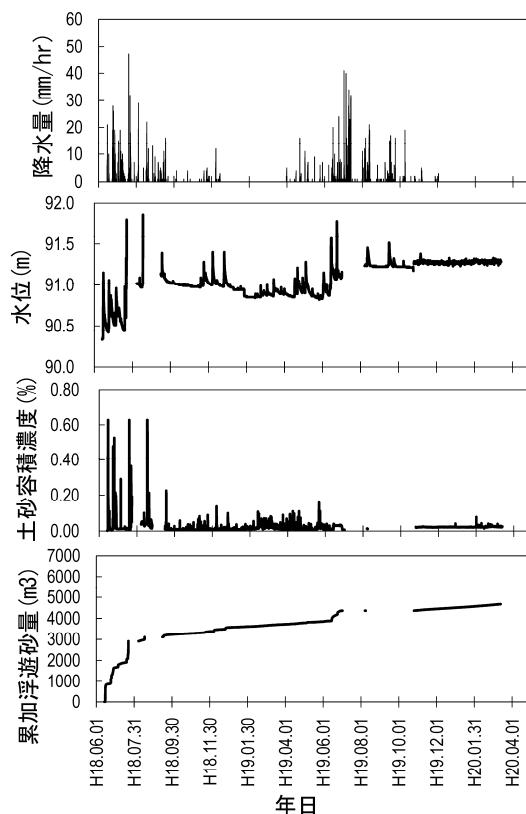


図-3 降水量、水位
土砂容積濃度、累加浮遊砂量

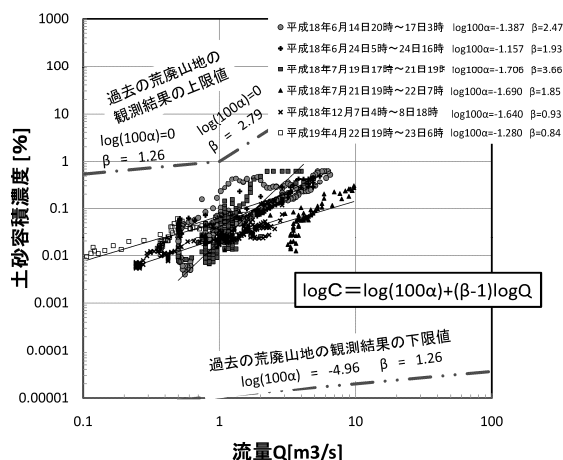


図-4 流量と土砂容積濃度の関係

いては、観測地点に近い河道内に堆積した土砂が浮遊形態で流出したものを計測した可能性が考えられる。後者については、観測地点より遠方の不安定土砂が浮遊形態で運搬され、流量に対して遅延して観測地点に到着した可能性が考えられる。

3. 4 崩壊地周辺の状況

流出土砂の発生状況を調べるために平成20年3月に崩壊地周辺の調査を行った。崩壊地は種子散布等により比較的安定化し、大規模な崩壊拡大による土砂生産は確認されなかった。一方、砂防えん堤や治山ダムといった災害関連の対策工の実進が進み、河道内からの土砂流出はある程度抑制され、一定の効果がみられた。しかしながら、上流の河道内の不安定土砂は降雨とそれに伴う流出により浸食され、下流に運搬されていたことが確認できた。

4. まとめ

本研究では以下の点が分かった。

- ①累加浮遊土砂量は欠測による影響を無視すれば減少傾向にある。しかし、流量と土砂容積濃度の関係から現時点で経年的な土砂容積濃度の増加・減少に一定の傾向は見られない。
- ②流量の時間当たりの増加量が少ない場合、土

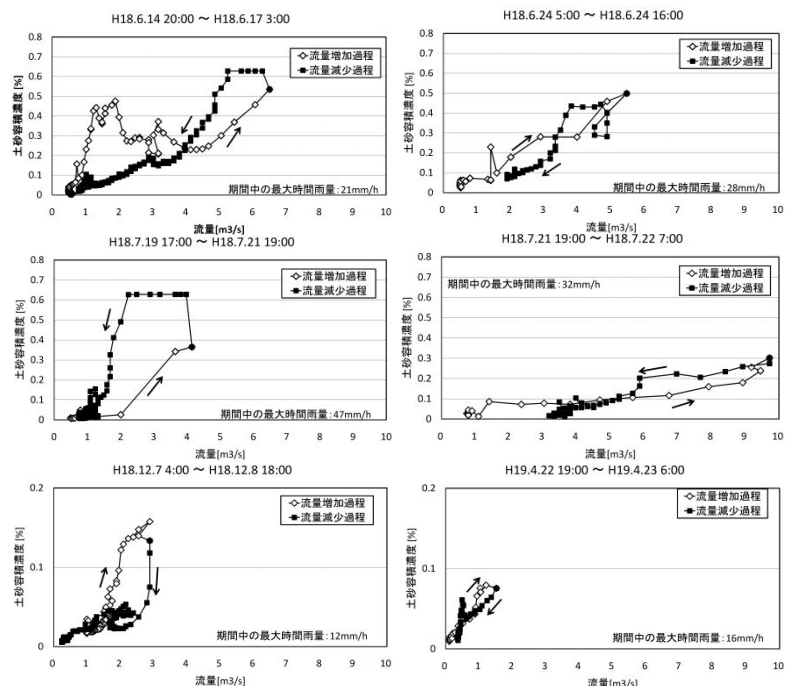
砂容積濃度は流量増加過程で高くなり、これは観測地点に近い河道内に堆積した土砂が浮遊形態で流出したものを計測した可能性が考えられる。一方、流量の時間当たりの増加量が多い場合、土砂容積濃度は流量減少過程で高くなり、観測地点より遠方の不安定土砂が浮遊形態で運搬され、流量に対して遅延して観測地点に到着した可能性が考えられる。

今後の課題および予定としては、継続観測による観測結果の蓄積を行い、大規模崩壊後の上流からの流出土砂の経年変化を明らかにする必要がある。また、降雨流出解析と河床変動計算を行い、欠測期間の浮遊砂量を推測したいと考えている。一方、観測機器の精度検証として、観測地点において洪水時に採水し、濁度計計測値と比較する必要がある。

本研究を進めるにあたり、九州地方整備局宮崎河川国道事務所並びに宮崎県土木部砂防課、財団法人宮崎県建設技術推進機構の関係各位より多大なご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 小山内信智、水野秀明、稲村貴志：別府田野川における大規模崩壊後の流出土砂量の変化、平成20年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 水山高久：荒廃山地流域における浮遊砂観測資料の解析、土木研究所資料、第2628号、1998年4月
- 3) 水野秀明（2004）：流砂系における土砂移動実態に関する研究、土木技術資料、46-3、p.14-17
- 4) 鰐塚山系土砂災害対策検討委員会、宮崎県土木部砂防課（2006）：鰐塚山系土砂災害対策検討委員会報告書



図－5 流量と土砂容積濃度のヒステリシス



写真－3 砂防えん堤の満砂状況 (H19 年完成)



写真－4 治山えん堤下流のガリー浸食