

平成11年9月11日に発生した雲仙・普賢岳赤松谷川の土石流について

財団法人砂防・地すべりセンター ○嶋 大尚・松井宗廣・中里 薫・高貫潤一
国土交通省雲仙復興事務所 大林和幸・河東 礼

1. はじめに

火山砂防計画の立案において、下流域への土砂流出量を推定することは重要である。本研究では、空中写真および航空レーザーによって計測した極楽沢の複数時期(4時期)の地形から変化量を求め、各期間の流出土砂量を求めた。

また、特に土石流の発生および総流出量が確認されている平成11年9月11日を含む期間(平成11年2月～平成11年10)の流出土砂量は水理計算によっても算出し、両者の違いについて考察した。

2. 流域概要と検討対象期間

図-1に検討対象とした赤松谷の極楽谷流域を示す。1流域は溶岩ドーム直下の勾配30°以上の流域で、下流域に比べ集水域の幅が広い。2流域、3流域は溪床勾配が17°～30°で主要なガリーが3本発達している。4流域は溪床勾配が7.5～17°の区間でガリーが1本分布する。検討には、平成7年9月18日撮影(火山活動終息直後)、平成11年2月17日撮影(9月11日土石流発生前)、平成11年10月4日撮影(年9月11日土石流発生後)、平成15年9月23日撮影の縮尺1/8,000の空中写真を用いた。ただし、現地立入りの制限がある雲仙・普賢岳では十分な評定点が無く、空中写真のみでは高精度な解析は困難であったため、各時期にわたって変位が無視できる岩塊の位置を航空レーザー計測により正確に求め、それを評定点として空中三角測量を実施することにより、空中写真測量の精度を向上する事ができた。

3. 地形変化量の検討結果

各空中写真撮影時期間の地形変化量を算出した(表-1)。図-2にDTM標高差分図の1例として、平成11年2月～平成11年10月間の地形変化量を示す。対象流域(溪床勾配7.5～40°)の地形変化量は各時期間とも浸食傾向にある(表-1)。図-2に示すように平成11年2月～平成11年10月間の主な地形変化(浸食)地点は、溪床勾配30°以上の1流域内であり、9月11日に発生した土石流の主要な発生源であることを示唆する。2流域～4流域区間における地形変化箇所はガリー内に限定され、ほとんどの区間で浸食傾向にある。特に2流域上流部の集水域幅がボトルネック状に狭まる地点および、2流域と3流域の合流点直下流で浸食量大きい。図-3に図-2中のB断面箇所における各時期の横断形状を示す。B地点では、平成7年9月時点でガリーの発達は無く平成11年10月までに急激に発達している。

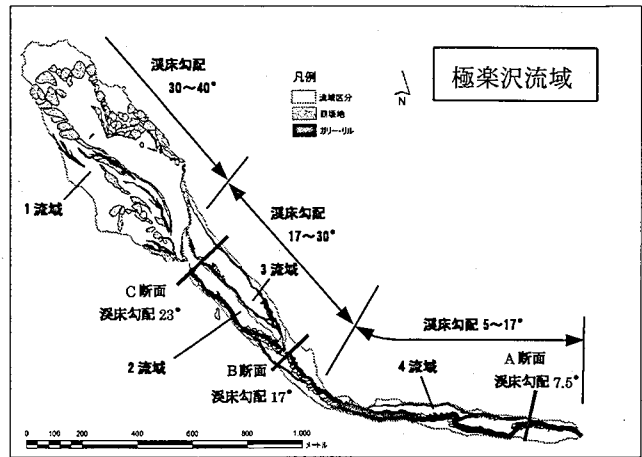


図-1 ガリー・リル・崩壊地分布図
(平成15年9月のレーザー計測図より判読)

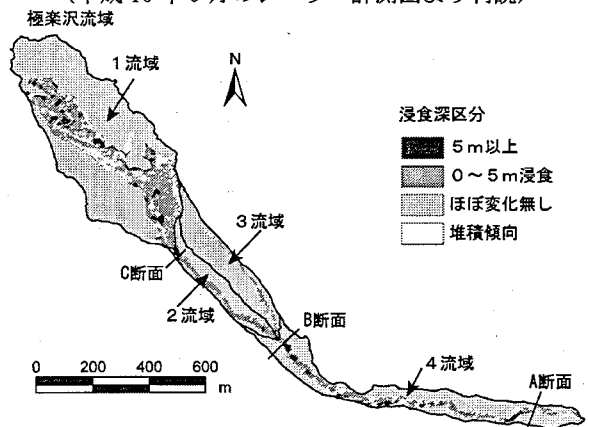


図-2 DEM差分による地形変化

表-1 DTM差分計測による極楽沢の浸食量(m³)

| 流域名 | 平成7年9月～平成11年2月【I期間】 | 平成11年2月～平成11年10月【II期間】 | 平成11年10月～平成15年9月【III期間】 |
|-----|---------------------|------------------------|-------------------------|
| 1流域 | 171,816 | 105,464 | 29,910 |
| 2流域 | 24,961 | 19,299 | 682 |
| 3流域 | 9,637 | 3,346 | 285 |
| 4流域 | 144,245 | 26,779 | 32,794 |
| 計 | 331,386 | 154,888 | 63,671 |

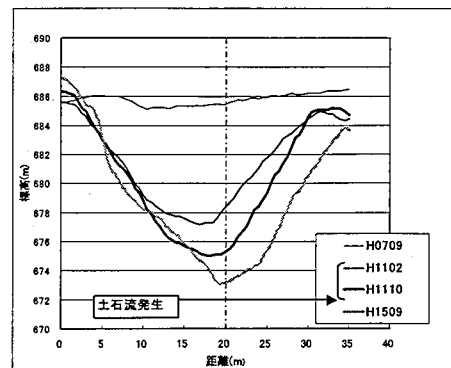


図3 ガリー横断図(B断面)

ガリーの発達状況も平成11年10月以降は横浸食傾向が強くなってきている。

図-4は平成7年9月時点をとしたDTM差分による地形変化量(浸食量)の経年変化を示したものである。

特に平成11年2月～平成11年10月間の土砂流出が大きく、平成11年10月以降、地形変化量(浸食速度)が減少していることは明らかである。

しかし、平成11年9月以降に土石流の発生が確認されていないことや、土砂流出が少なくなっている原因については、平成12年度以降の降雨量が少ないため明確ではない。

4. 地形変化量からみた平成11年9月の土石流前後の流出土砂量

平成11年2月～10月(Ⅱ期間)およびその間に発生した平成11年9月の土石流に着目した。

地形計測から得られたⅡ期間に流出した土砂量は、約15万5千 m^3 である(表-1)。これは、Ⅱ期間の通常降雨による土砂流出と平成11年9月の土石流流量を含んだものである。平成11年9月に発生した土石流の総流量は寺本ほか(2002)¹⁾の研究により、図-1のA断面地点付近でのビデオカメラ観測の結果、約8万4千 m^3 と判明している。この土砂流量を基に、A地点勾配と高橋の土石流濃度式を用いて土砂量を算定した。その結果土石流濃度31%(勾配7.5°)、土砂量約2万6千 m^3 と算定できる。また、Ⅱ期間の通常降雨で流出したA地点での土砂量を(掃流砂、浮遊砂)をMPM式、芦田・道上の式を用いて算出した(表-2)。(ただし、平成11年9月の土石流発生降雨は除いている。)

水理計算から得られたⅡ期間の流出土砂量は、通常降雨で流出した土砂量は約4万 m^3 、9月の土石流の約2万6千 m^3 を加えても6万6千 m^3 にしかならない。これは地形変化から算出した15万5千 m^3 とは大きく食い違う。

しかし、A地点より上流のB地点での水理計算から得られた流出土砂量に着目すると、通常降雨で流出した土砂量は約10万 m^3 、9月の土石流(濃度54%、勾配17°)の4万5千 m^3 であり、両者を加えると土砂流出量は14.5万 m^3 となり、地形計測による土砂流出量15万5千 m^3 とほぼ同じとなる。このことから、ある程度勾配が急な溪流では、一度動き始めた土砂は慣性力の働きにより、通常より下流へ運搬されると考えることができる。つまり、B地点を通過した土砂が勾配の緩くなっているA地点までの区間に堆積せず、慣性力によってA地点より下流まで一気に流下したのではないかと考えた。これは、各期間(I～Ⅲ)における極楽沢の溪床高の変化(図-6)を見れば、Ⅱ期間においてもA～B区間に堆積傾向は見られず、逆に浸食傾向となっている事からもいえる。

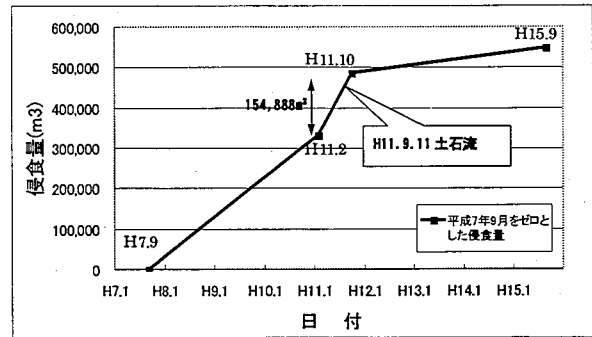


図-4 浸食量の経年変化

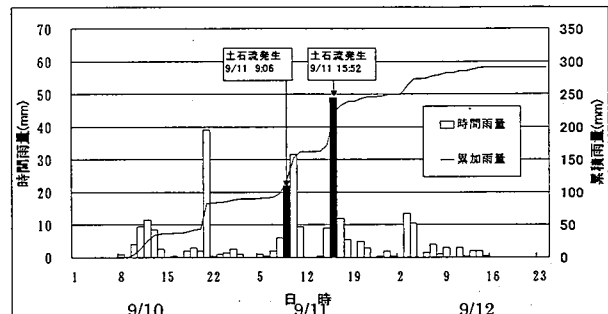


図-5 9月11日土石流発生前後の降雨状況

表-2 Ⅱ期間の水理計算による掃流砂・浮遊砂量

| 断面 No. | 縦断勾配(°) | 集水面積(km ²) | 掃流砂+浮遊砂(m ³) |
|--------|---------|------------------------|--------------------------|
| C断面 | 23.0 | 0.23 | 88,781 |
| B断面 | 17.0 | 0.31 | 102,866 |
| A断面 | 7.5 | 0.39 | 41,939 |

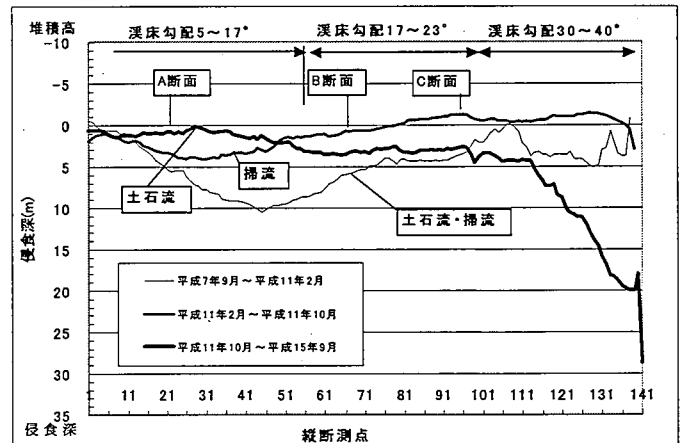


図-6 3期間におけるガリー溪床部の河床高の変化

5. 今後の課題

今後、流量等々の検討にあたっては、詳細な流出解析を行っていく必要がある。また、本検討では最下流のA地点の溪床勾配でも7.5°と急勾配であったため、土砂の慣性力の下流域への影響範囲について調べる必要がある。

最後に本調査のデータ収集、図面作成にご協力頂いたパシフィックコンサルタンツ(株)小川邦夫氏、船山淳氏、鬼頭伸治氏に感謝の意を表します。

6. 参考文献

1) 寺本ほか(2002)雲仙普賢岳における土石流発生降雨条件と流出特性の経年変化、砂防学会誌(新砂防)、54